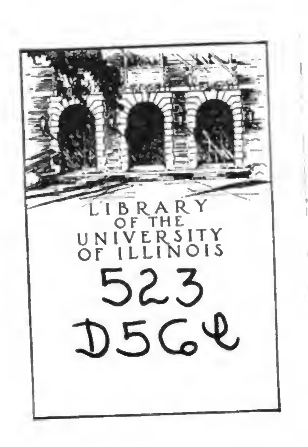
image
not
available



Lehrbuch

der

mathematischen Geographie

und

populären Himmelskunde.

Zum Schulgebrauch und Selbstunterricht.

Von

Dr. F. A. W. Diesterweg,
Director des Seminars für Stadtschulen in Berlin.

Mit 41 lithographirten Figuren.

Berlin, 1840.
Verlag von Theod. Chr. Friedr. Enslin.

Vorwort.

Des Menschen Antlitz ist nicht zur Erde, sondern aufwärts gerichtet; zum aufrechten Gange ist er von Natur bestimmt. Sein Blick fällt daher schon in früher Jugend auf den Himmel, und die ältesten Naturvölker kannten die allgemeinen Erscheinungen desselben. Sie zeigen ewigen Wechsel in ewigem Bestand unter unabänderlichen allgemeinen Gesetzen. Alles ist dort Regel und Gesetz. Sie zu erkennen, fordert die Würde des Menschen. Die Wissenschaft, die sich mit dem Himmel beschäftigt, ist die „erhabenste im Raume". Aechtes Natur-Wissen oder mit einem Worte Natur-Erkenntniß ist Kenntniß der Erscheinungen, ihrer Ursachen und ihres gesetzmäßigen Verlaufs.

Wie alles gewisse objective Wissen, an dem kein subjectives Meinen oder Vermuthen haftet, den Geist fest und sicher macht und denselben mit bleibendem Inhalt erfüllt: so auch das Wissen der allgemeinen Erscheinungen und ihrer Gesetze. Es erhebt den Menschen über die irdischen Wechselfälle des Lebens, über das Vergängliche und Eitle, das vorüberrauscht wie die Wellen des

Meeres, und dessen Gesetze wir zum größten Theile nicht kennen.

Zu allen Zeiten haben daher ruhige und stille Gemüther eine besondre Anziehung zur Kenntniß des gestirnten Himmels verspürt. Tieferen Kindern ist sie in besonderem Grade eigen. Ganz allgemein ist das Interesse für dieses Wissen. Wo es nicht gefunden wird, da ist es nicht mehr vorhanden, war also da, entspricht der Natur und der natürlichen Stellung des Menschen, ist folglich leicht wieder zu erwecken. Nur der von den Sorgen des Lebens ganz erfüllte, unter den irdischen Lasten erliegende, oder auch der von den Leidenschaften ganz unterjochte Mensch ist für ein so reines, an und für sich schon veredelndes Wissen unempfänglich. Aber, wie die Erfahrung lehrt, selbst die unglücklichsten der Wesen, abgearbeitete Fabrikkinder, freuen sich, wenn dem müden Leib nur einige Ruhe und Stärkung geworden, noch in späten Abendstunden etwas von Sonne, Mond und Sternen zu hören.

Doch wozu länger dem erhabenen Inhalt der mathematischen Geographie und der Physik des Himmels eine Lobrede halten?

Stimmt doch Jedermann dieser Ansicht bei; ist doch jeder seine Stellung erkennende Lehrer des Volks bemüht, nicht nur sich die nöthige Einsicht zu verschaffen und dadurch seinen Geist zu veredeln, sondern auch dieses Wissen an seine Kinder zu bringen und von dieser Seite her die wahre Cultur des Volks zu befördern. Wo nur irgend eine Schule sich über den tiefsten Standpunkt em=

vorgearbeitet hat, da findet man in ihr auch das Wissen des Nothwendigsten über die Erde und den Himmel verbreitet.

Was ist hier das Nothwendigste, Wesentlichste?

Die Lehrbücher der mathematischen Geographie und Astronomie lassen in dieser Hinsicht noch Manches zu wünschen übrig. Sie sondern nicht genug das gelehrte Wissen von dem, was zum allgemeinen Verständniß gehört, was die allgemeine Volksaufklärung fordert, worunter wir hier begreifen:

1) Alles, was zur richtigen Auffassung der täglichen und jährlichen Erscheinungen, die mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden, nothwendig ist; 2) Alles, was die Erkenntniß der allgemeinsten und wichtigsten Erscheinungen auf der ganzen Erde und am Himmel bedingt.

Das Erste klärt den Menschen über das auf, was er an seinem Wohnorte sieht, gehört im weitern Sinne zur Heimathskunde; das Zweite gehört zur allgemeinen Erd- und Himmelskunde. Der Mensch hat eine Heimath und ist zugleich Bürger der Welt.

Jede Naturkenntniß hat eine populäre und eine gelehrte Seite. Jene ist jedem gut begabten Kinde, diese nur wenigen zugänglich. Wir haben es hier mit dem ersten zu thun, nämlich mit Allem, was dem Menschen zur Anschauung gebracht werden kann. Nehmet, Leser, das Wort im weiteren Sinne! Darin umfaßt es mehr als das, was unmittelbar gesehen wer-

den kann, umfaßt es auch das, was anderwärts gesehen wird, was an das unmittelbar Gesehene angeschlossen, was durch Modelle, Zeichnungen, lebendige Darstellung und andre Mittel anschaulich gemacht werden kann. Außerdem gehört zum Anschaulichen oder schließt sich an dasselbe an: vernünftiges Nachdenken. Auch das Kind hat nicht blos Sinne, sondern auch einen denkenden Geist. Es will nicht blos sehen, sondern auch einsehen, nicht blos wissen, sondern auch verstehen; es soll nicht blos beobachten, d. h. Erfahrungen methodisch sammeln, sondern auch begreifen, d. h. die Bedingungen des Daseins eines Dinges und der Art seiner Erscheinung kennen.

In dem gesperrten Satze haben wir das Maaß für den in die allgemeine Bildungsanstalt oder die Volksschule gehörigen Inhalt aus dem unermeßlichen Gebiete der Himmelskunde. Folglich gilt auch:

Was dem Kinde nicht zur Anschauung gebracht werden kann, gehört nicht in sie hinein. Beide Sätze sprechen die Regel für die zu treffende Auswahl aus dem unendlich reichen Stoffe aus; nur muß man auch nicht pedantisch ängstlich sein.

Den Anfangspunkt und den Fortschritt des Unterrichts dictirt das Gesetz: Beginnen mit der unmittelbaren Anschauung und Anknüpfung alles Uebrigen an sie. Erst Kenntniß und Verständniß des Nächsten, dann des Entfernteren. Zuerst unmittelbar sinnliche Auffassung und bewußte Beobachtung, dann Bethätigung der Einbildungskraft und der Phantasie, zuletzt Denken mit dem Verstand oder Begreifen. Nicht, als wenn diese Stufen im

strengsten Sinne von einander geschieden wären: sie bezeichnen nur die Verfahrungsweise im Allgemeinen; dem sinnlichen Erkennen verknüpft sich unmittelbar die Thätigkeit der Einbildungskraft und des Verstandes.

Es ist unsre Absicht, den Inhalt des hieher gehörigen Wissens aufzustellen. Ohne Weitläuftigkeit, kurz und gedrängt, aber genügend in methodischem Fortschritt. Wir nehmen die Selbstthätigkeit des Lesers und Lehrers in Anspruch. Wozu er die Schüler anleiten will, das muß er zuerst für sich vollzogen haben. Ueber Jedem schwebt der Himmel. Selbstthätige Auffassung, Sehen und Beobachten mit eignen Augen ist Keinem zu erlassen, der Andre zu lebendigem Wissen anleiten will. Zu dem Uebrigen kommt man durch Nachdenken. Es ist ein stilles, heitres Geschäft. Man belebt dadurch die Einsamkeit um sich her, man tritt in den Kreis der großartigsten Erscheinungen, man wird Eins mit dem Universum, wird Glied und Bürger der Welt. Hier liegen nicht nur Anknüpfungspunkte für die Religion, man steht — hat man sich nur von trauriger Beschränkung losgemacht — mitten in ihr. Darüber daher auch hier kein Wort weiter.

Das Erste, was zu thun, ist Hinstellung auf freien Horizont, um aufzufassen, was sich begiebt. Man faßt das Beobachtete in bestimmte Ausdrücke, klare Sätze. Später erst, oft viel später, denkt man darüber nach, ob es so ist, wie es erscheint. — „Das ist ein weitläuftiger Weg" — gewiß! Man kann — Viele thun es — viel kürzer verfahren, sich unmittelbar in den Mittelpunkt unsrer Welt, d. h. unsers Sonnensystems, versetzen und

sagen (vordociren), wie es ist. Aber nimmermehr gelangt der gewöhnliche Lehrer und der gewöhnliche Schüler auf diesem Wege zur richtigen Erkenntniß der Sache. Allenfalls weiß er dann den Worten nach die Erscheinungen zu erklären, aber es fehlt ihm die lebendige Anschauung und die wahre Erkenntniß. An der Schultafel findet er sich zurecht, weil er Alles an derselben zu denken gewöhnt worden; aber man versetze ihn unter den freien Himmel, auf den freien Horizont, und — man wird sich von der Verkehrtheit der Methode überzeugen! Die mathematische Geographie und Astronomie sind empirisch-rationelle Wissenschaften. Jahrtausende lang hat sich das Menschengeschlecht mit der Empirie begnügen müssen. Der unterrichtliche Weg der Schule fällt ganz zusammen mit dem Entwicklungsgange des menschlichen Geschlechts. Nicht überall im Unterricht ist es so, aber hier. Man fängt mit dem äußerlichen Was an, schreitet zum erscheinenden Wie fort, dann folgt das eigentliche Nachdenken, man erspäht das wahre Wie und das Warum, aus dem sichtbaren Aeußeren das unsichtbare Innere, und entwickelt zuletzt das Ganze aus den erschlossenen Ursachen und Kräften. Folglich zuerst analytisch, dann synthetisch. —

Die Schrift soll ein Elementarbuch sein, in mehrfachem Sinne. Sie will die Anschauungs-, Denk- und Gemüthskraft — nach Einigen leert das Denken das Gemüth aus — dann die Einbildungskraft und die Phantasie, endlich das praktische Vermögen: Sprechen, Darstellen und Begründen, erregen und beschäftigen, d. h.

elementarisch — nach meiner Auffassungsweise ist es ein tiefsinniges, ehrendes Prädicat — wirken. Dann will die Schrift den Grund legen zu weiterem Fortschreiten in der Wissenschaft, ohne darauf zu rechnen. Wir Elementarlehrer haben auch noch Anderes zu thun, als für Gymnasien und andre höhere Anstalten vorzubereiten; wir dürfen und sollen bei unsern Schülern darauf nicht rechnen, unser Unterricht hat einen selbstständigen Werth, auch wenn nichts weiter auf ihn folgt. Aber dennoch soll sicher und leicht auf ihm das Weitere auferbaut werden können. Auch das heißt elementarisch unterrichten. Wie das zu machen, hat uns der große Meister Lessing in seiner unsterblichen Abhandlung „über die Erziehung des Menschengeschlechts" gesagt: „Ein Elementarbuch darf gar wohl dieses oder jenes wichtige Stück der Wissenschaft oder Kunst, die es vorträgt, mit Stillschweigen übergehen, von dem der Pädagog urtheilte, daß es den Fähigkeiten der Lernenden, für die er schrieb, noch nicht angemessen sei. Aber es darf schlechterdings nichts enthalten, was den Kindern den Weg zu den zurückbehaltenen wichtigen Stücken versperre oder verlege. Vielmehr müssen ihnen alle Zugänge zu denselben sorgfältig offen gelassen werden, und sie nur von einem einzigen dieser Zugänge ableiten, oder verursachen, daß sie denselben später betreten, würde allein die Unvollständigkeit des Elementarbuches zu einem wesentlichen Fehler machen." —

„In solchen Vorübungen, Anspielungen, Fingerzeigen besteht die positive Vollkommenheit eines Elementar-

buches; so wie die oben erwähnte Eigenschaft, daß es den Weg zu den noch zurückgehaltenen Wahrheiten nicht erschwere oder versperre, die **negative** Vollkommenheit desselben war."

Doch genug; ich habe mich weitläuftiger darüber im zweiten Theile des „Wegweisers" und in einem Aufsatze in den Rheinischen Blättern (XXII. Band) ausgesprochen. Möge auch diese Schrift dazu beitragen, den Geist der Schüler mit behaltenswerthem Inhalte zu erfüllen!

Berlin, im Herbste 1840.

Der Verfasser.

Inhalt.

Druckfehler.

Seite 63 Zeile 21 v. u. statt der lies die!
— 108 — 10 v. o. statt d. d. lies d. h.!
— 108 — 9 v. u. statt AE lies AQ!
— 168 — 15 v. u. statt Meilen l. Millionen Meilen!
— 184 — 11 v. u. statt lönnen l. können!

I. Der Horizont
(und was damit zusammenhängt).

1. Der Ort, wo wir stehen, ist unser Standort oder Standpunkt. Unter uns und zur Seite ist die Erdfläche, mehr oder weniger eine Ebene, die an dem Himmel endigt: die Horizontebene, der Horizont. Er ist nicht eine Peripherie, sondern ein Kreis mit Mittelpunkt und Peripherie. Wir stehen im Mittelpunkt; die Peripherie ist da, wo der Horizont an den Himmel anstößt.

2. Wir stehen senkrecht auf der Horizontebene. Ein Bleiloth versinnlicht diese Richtung, die mit jeder durch den Punkt unsrer Füße (den Fußpunkt) in der Horizontebene gezogenen geraden Linie einen rechten Winkel bildet. Die Richtung des Bleilothes, nach oben verlängert, bezeichnet den Punkt am Himmel über unserm Scheitel, den Scheitelpunkt (das Zenith). Er liegt in der Mitte des über uns sich wölbenden Himmels, des Himmelsgewölbes.

3. Die Peripherie oder der Umring der Horizontebene wird, wie jede Kreisperipherie, in 360 gleiche Theile getheilt, Grade genannt. Die Hälfte beträgt 180, das Viertel 90 Grade (90°).

4. Durch den Scheitelpunkt denken wir uns Kreise gelegt, welche auf der Horizontebene senkrecht stehen, durch jenes Bleiloth hindurch gehen (Scheitelkreise). Die Hälfte derselben liegt

über unserm Horizont. Vom Scheitelpunkt bis zur Gränze des Horizonts sind 90°. Der Scheitelpunkt ist überall 90° von ihr entfernt.

5. Die Gegend des Horizontes, wo die Sonne des Morgens über demselben heraufkommt oder aufgeht, heißt die Morgengegend, Morgen oder Osten; wo sie unter den Horizont hinabzusteigen pflegt, die Abendgegend, Abend oder Westen. Osten und Westen stehen einander gegenüber.

6. Von dem Aufgang an steigt die Sonne an jedem Tage höher und höher, bis sie ihren höchsten Stand an diesem Tage erreicht, was Mittags um 12 Uhr der Fall ist, oder, wenn dieses stattfindet, so ist es Mittag. Die Gegend des Horizontes, nach welcher oder über welcher dann die Sonne steht, heißt Mittaggegend, Mittag oder Süden, die ihr gerade entgegengesetzte Mitternacht oder Norden.

Von unserm Standpunkte aus haben wir also 4 Weltgegenden: die Gegend nach (gegen, gen) Osten, Westen, Süden, Norden. Wenden wir Mittags 12 Uhr das Gesicht gegen Süden, so haben wir links Osten, rechts Westen, hinter uns Norden. Drehen wir uns links im Kreise herum, so folgen Süden, Osten, Norden, Westen auf einander.

7. Unter Osten, Westen, Süden, Norden versteht man Strecken am Horizont, Gegenden; unter Ostpunkt, Westpunkt, Südpunkt, Nordpunkt einzelne Punkte; der Ostpunkt liegt gerade in der Mitte der Ostgegend, und so die übrigen. Der Ostpunkt liegt von unserm Standpunkt genau nach Osten u. s. w. Diese Punkte müssen genau bestimmt werden, sonst kann man sich nicht recht orientiren. (Oriens heißt Morgen; orientiren also etwa: nach Morgen richten. Kann man dies, so weiß man auch, wo die andern Weltgegenden liegen, man kann sich dann nach allen richten, alle bestimmt angeben. Darum versteht man unter Orientiren überhaupt: die Weltgegenden bestimmen, und danach das Uebrige, was davon abhängt.)

8. Wir bemerken, daß die Sonne zwar an jedem Tage des Jahres in der Ostgegend, gegen Morgen, aufgeht, aber nicht im-

mer an demselben Punkte, nicht immer im Ostpunkte. Eben so geht sie zwar stets gen Westen unter, aber nicht immer im Westpunkte. Beides geschieht an denselben Tagen zugleich, 2mal in jedem Jahre. An den Tagen, an welchen sie genau im Osten aufgeht, geht sie genau im Westen unter. Es geschieht am 21. März und am 23. September. An diesen Tagen kann man sich den Ost- und Westpunkt (in ebner Gegend) genau merken. Verbindet man beide in Gedanken durch eine gerade Linie, die folglich durch unsern Standpunkt geht und in der Horizontebene liegt, und errichtet man auf derselben in unserm Standpunkte in der Horizontebene eine senkrechte Linie, so trifft diese, gehörig verlängert, den Nord- und Südpunkt. Beide Linien theilen die Horizontebene und ihre Peripherie in 4 gleiche Theile.

Der Nordpunkt ist vom Ostpunkt 90°, vom Südpunkt 180°, vom Westpunkt 90° entfernt u. s. w.

9. Die in Nr. 8. angegebene Weise, die Punkte der Weltgegenden zu finden, kann nur am 21. März und 23. September vorgenommen werden, weil nur an diesen Tagen die Sonne im Ost- und Westpunkte auf- und untergeht. Wünschenswerth ist es daher, ein Verfahren zu kennen, durch welches wir an jedem (wenigstens an jedem sonnenhellen) Tage die Weltgegenden bestimmen können.

Wüßten wir genau die Zeit des Mittags, wo die Sonne für diesen Tag ihren höchsten Punkt erreicht; könnten wir durch diesen Punkt einen Scheitelkreis legen und diesen bis zum Horizont verlängern: so hätten wir den Süd- und den Nordpunkt.

Diese werden nach kurzer Ueberlegung in nachfolgender Art genau gefunden:

Steht die Sonne an einem Tage am höchsten, so wirft ein senkrecht auf der Horizontebene errichteter Stab für diesen Tag den kürzesten Schatten. Derselbe ist genau nach Norden, rückwärts verlängert nach Süden gerichtet. Beim Sonnenauf- und Untergang ist der Schatten des Stabes lang; am Morgen fällt er gegen Westen, am Abend gegen Osten.

Man errichtet auf einer horizontal, d. h. mit dem stillstehen-

den Wasserspiegel parallel gestellten Tischfläche einen senkrechten Stift (er sei oa, Fig. 1.), beschreibt aus o auf der Tischebene einen Kreis von solcher Größe, daß der Schatten des Stabes am Morgen größer, gegen Mittag kleiner ist als der Halbmesser des Kreises, so daß der Endpunkt des Schattens am Morgen, und folglich auch am Nachmittage, durch die Peripherie des Kreises hindurchrückt. Die Punkte, wo dieses geschieht, z. B. in b und c, merkt man sich, man bezeichnet sie durch Einstiche mit einer Nadel. Nun verbindet man b und c durch eine gerade Linie, theilt sie in 2 gleiche Theile in d, und zieht die gerade Linie od, so hat od genau die Richtung von Süden nach Norden. In Gedanken bis zur Gränze des Horizontes verlängert, bezeichnet sie den Nord- und Südpunkt. Diese gerade Linie nennt man die Mittagslinie.

10. Die Mittagslinie liegt in der Horizontebene und zugleich in der Ebene des Scheitelkreises, welcher durch den Nord- und Südpunkt geht. Diesen Scheitelkreis nennt man den Mittagskreis oder Meridian des Ortes, wo man sich befindet. Mittagskreis, weil es an jedem Tage für den bestimmten Ort Mittagszeit ist, wenn die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne) durch diesen Kreis geht. Warum jene Linie Mittagslinie heißt, ist leicht zu erklären. Mittagslinie und Mittagskreis sind wohl zu unterscheiden. Die Mittagslinie ist die Linie, in welcher Mittagskreis und Horizontebene einander durchschneiden.

11. Eine gerade Linie, in dem Standpunkte, in der Horizontebene auf der Mittagslinie senkrecht errichtet und nach beiden Seiten hinreichend verlängert, bezeichnet den Ost- und Westpunkt. Eine gerade Linie, vom Standpunkte nach dem Scheitelpunkte gezogen, steht auf beiden Linien, wie auf jeder durch ihren Fußpunkt in der Horizontebene gezogenen geraden Linie, d. h. auf der ganzen Horizontebene, senkrecht. Wir nennen sie die Loth- oder Scheitellinie (nicht zu verwechseln mit Scheitelkreis).

Der Scheitelkreis, welcher durch den Ost- und Westpunkt geht, heißt der erste Scheitelkreis.

Horizont und Meridian (eines Ortes) schneiden einander in

der Mittagslinie, Horizont und erster Scheitelkreis in der Ost-Westlinie, Meridian und erster Scheitelkreis in der Scheitellinie. Jede der drei geraden Linien: Mittagslinie, Ost-Westlinie und Scheitellinie, steht auf den beiden andern senkrecht. Jeder der drei einander gleichen Kreise: Horizont, Meridian und erster Scheitelkreis, steht auf den beiden andern senkrecht.

Wie bei uns der Himmel über dem Horizont ausgespannt ist, so allenthalben, auf allen Punkten der Erde. Der ganze sichtbare Himmel umzieht die Erde wie die innere Fläche einer großen Kugel. Der Horizont theilt die sichtbare Himmelskugel in 2 gleiche Theile oder Hälften (?): die sichtbare und unsichtbare. Jene ist über, diese unter dem Horizont.

Der Meridian theilt die Himmelskugel ebenfalls in 2 gleiche Hälften: die östliche und westliche. Die Hälfte der östlichen und die Hälfte der westlichen Hälfte ist über dem Horizont.

Der erste Scheitelkreis theilt die Himmelskugel auch in 2 gleiche Theile. Von jedem Theile liegt die Hälfte über dem Horizont.

Die über dem Horizont liegende, die sichtbare Hälfte der Himmelskugel wird durch den Meridian, wie durch den ersten Scheitelkreis in 2 gleiche Theile getheilt, durch jenen in den östlichen und westlichen, durch diesen in den südlichen und nördlichen Theil, durch beide zusammen in 4 gleiche Theile.

Vom Meridian und vom ersten Scheitelkreis liegt die Hälfte über dem Horizont.

12. Der Horizont wird durch die Mittags- und die Ost-Westlinie in 4 gleiche Theile (Quadranten) getheilt. Wo sie zusammenstoßen, sind die Hauptweltgegenden. Den Bogen eines jeden Quadranten theilt man in 2 gleiche Theile. Dadurch entstehen die Nebenweltgegenden: Nordost, Südost, Südwest, Nordwest. Setzt man die Theilung der (8) Bogen in gleiche Theile fort, so entstehen die Neben-Nebenweltgegenden. Das Ganze, aus 32 gleichen Theilen bestehend, heißt die Windrose; Windrose, weil die Winde von der Richtung, aus welcher sie wehen, ihren Namen erhalten. Siehe Fig. 2.! Man muß sich die Namen (die Art der Namengebung) merken:

a. 4 Hauptweltgegenden: Norden, Süden, Osten, Westen.

b. Dazwischen: Nordost, Südost, Nordwest, Südwest.

c. Diese 8 sind in der Ordnung von Nord nach Ost u. s. w. ringsum: Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord.

d. Dazwischen, d. h. zwischen je 2 auf einander folgenden: Nord-Nordost, Ost-Nordost, Ost-Südost, Süd-Südost, Süd-Südwest, West-Südwest, West-Nordwest, Nord-Nordwest. Die Hauptweltgegend wird folglich immer zuerst genannt, z. B. Nord-Nordost, nicht Nordost-Nord u. s. w.

e. Die dazwischen liegenden heißen (statt Nord-Nord-Nordost): Nord gen Ost, dann Nordost gen Nord u. s. w.; siehe die Windrose.

Eine Magnetnadel auf einer Windrose spielend, in einem Kästchen eingeschlossen, ist ein Compaß.

Aufgaben und Fragen

zur Prüfung, zur Wiederholung und Einübung.

1) Der Lehrer giebt einem der Schüler, mit welchem er auf seinem Horizont steht, einen Stab in die Hand, und läßt sich zeigen, was er nennt: Standpunkt, Horizontebene, Horizontperipherie, Horizonthalbmesser, Ost-, West-, Süd-, Nordpunkt, östliche Weltgegend, südliche u. s. w.; Nordost, Südost u. s. w.; Nord, Nordost, Ost, Südost u. s. w.; dann je 2 einander gerade entgegengesetzte; die Lage von Bäumen und Gebäuden wird vom Standpunkt aus nach den Weltgegenden bestimmt.

2) Ein andrer Schüler zeigt, was folgende Wörter, die vom Lehrer oder einem Schüler ausgesprochen werden, bedeuten: Standpunkt, Scheitelpunkt (Zenith), Scheitellinie, Scheitelkreise, Mittagslinie, Mittagskreis (Meridian) — östlicher Theil des sichtbaren Himmelsgewölbes, westlicher, südlicher, nördlicher — Auf- und Untergangspunkt der Sonne am 21. März und 23. September — ihre Standpunkte zur Mittagszeit u. s. w.

3) Wie weit (wie viele Grade) ist der Nordpunkt entfernt vom Südpunkt, Ostpunkt, Westpunkt u. s. w. — der Scheitelpunkt vom Nord-, Ost-, Süd-, Westpunkt? Zeige den Bogen vom Südpunkt bis zum Scheitelpunkt, vom Südpunkt bis zum Ostpunkt, vom Südpunkt bis zum Westpunkt, vom Südpunkt bis zum Nordpunkt u. s. w. — die Lage des Schattens eines senkrecht errichteten Stabes am Morgen, am Mittag, am Abend!

II. Beobachtungen über dem Horizont.

Bisher haben wir im Allgemeinen das Feststehende oder Bleibende über dem Horizont (z. B. dem Berliner) betrachtet. Nun gehen wir zur Betrachtung des Veränderlichen, zu den Erscheinungen über, welche über dem Horizont zu beobachten sind.

1. Beobachtungen an der Sonne.

1. Die Sonne kommt an jedem Tage des Jahres über unsern Horizont, und geht unter denselben hinab. Täglicher Auf- und Untergang der Sonne. Jenes geschieht in der östlichen, dieses in der westlichen Weltgegend.

2. Sie geht nicht immer in denselben Punkten des Horizontes auf und unter, vielmehr ändern diese Punkte täglich ihre Stelle innerhalb einer bestimmten Gränze.

3. Zweimal in jedem Jahre geht sie (in ganz ebenen Gegenden) im wahren Ostpunkte auf und an denselben Tagen im wahren Westpunkte unter: am 21. März und am 23. September.

4. Vom 21. März an weicht der Aufgangs- und Untergangspunkt vom Ost- und Westpunkt gegen Norden ab; täglich mehr bis zum 21. (oder 22.) Juni jedes Jahres, an welchem Tage sie am weitesten vom Ostpunkte auf-, vom Westpunkte untergeht; beides gegen Norden zu, und zwar um gleich viel, in Berlin (in runder Zahl) unter dem 52. Grade nördlicher Breite (was dies heißt, wird später erklärt werden), 41 Grad vom Ost- und Westpunkt entfernt.

5. Vom 21. Juni ab nähern sich die Auf- und Untergangspunkte der Sonne allmählig wieder dem Ost- und Westpunkt, und treffen am 23. September mit ihnen zusammen. Gleich viel

Tage vor und nach dem 21. Juni (z. B. am 12. und 30. Juni) sind die Auf- und Untergangspunkte dieselben.

6. Vom 23. September ab weichen die Auf- und Untergangspunkte von dem Ost- und Westpunkt gegen Süden zu ab. Die größte Entfernung jener von diesen findet am 21. (oder 22.) December jedes Jahres statt, 41 Grad.

7. Vom 21. December ab nähern sich die Auf- und Untergangspunkte dem Ost- und Westpunkt, und fallen am 21. März mit ihnen wieder zusammen. Ein Jahr ist herum, und nun beginnt wieder derselbe Verlauf; folglich regelmäßige Veränderung oder Abwechselung im Laufe eines Jahres in Betreff der Punkte oder Orte des Auf- und Untergangs der Sonne.

---

8. An jedem Tage des Jahres läuft oder geht die Sonne über dem Horizont in einem Bogen, sie beschreibt täglich einen Bogen, d. h. einen Theil eines Kreises. Man nennt diesen Bogen den Tagebogen der Sonne.

9. Diese Tagebogen sind an verschiedenen, auf einander folgenden Tagen ungleich.

10. Am 21. März und 23. September betragen sie gerade 180°, d. h. die Hälfte eines Kreises.

11. Vom 21. März bis zum 21. Juni wachsen die Bogen täglich. Am 21. Juni beträgt der Tagebogen über dem Berliner Horizont 248 Grad.

12. Vom 21. Juni an nehmen sie ab, bis zum 21. December, an welchem Tage er nur 112 Grad beträgt.

13. Vom 21. December ab nimmt der Tagbogen wieder zu, bis zu der Größe von 180° am 21. März. Nun kehrt in Betreff der Größe der Tagebogen dieselbe Ordnung wieder, wie das Jahr zuvor. Abermals regelmäßiger Wechsel, den man (im uneigentlichen, aber dem eigentlichen Sinne des Wortes naheliegenden Sinne) einen Kreislauf nennt.

---

14. Die Tagebogen der Sonne, oder die Kreise, in welchen die Sonne täglich zu laufen scheint, erheben sich nicht senkrecht, sondern schief über unsern Horizont.

15. Die Tagebogen des ganzen Jahres haben eine parallele Lage gegen einander und immer dieselbe Lage gegen den Horizont.

16. Jeder Tagebogen macht mit dem Horizonte gegen Süden zu einen spitzen, gegen Norden einen stumpfen Winkel.

17. Die Sonne durchläuft in derselben Zeit, z. B. in einer Stunde, gleich viel Grade der Tagebogen (15°). Da die Tagebogen, folglich auch die Grade derselben ungleich sind, so erhebt sich die Sonne an auf einander folgenden Tagen nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über den Horizont.

18. Der Meridian schneidet jeden Tagebogen unter rechten Winkeln, und theilt jeden in zwei gleiche Theile; der östliche Theil, vom Meridian aus, ist gleich dem westlich liegenden.

19. Am 21. März und 23. September liegen von dem Durchschnittspunkt der Tagebogen und des Meridians gegen Osten 90° und gegen Westen 90° (in Graden des Aequators).

20. Am 21. Juni liegen zwischen dem Auf- und Untergangspunkt der Sonne und dem Durchschnittspunkt des Tagebogens mit dem Meridian 124 Grad (des Wendekreises des Krebses).

21. Am 21. December betragen diese Bogen 56 Grad.

---

22. Die Durchschnittspunkte der Tagebogen mit dem Meridian liegen an verschiedenen, auf einander folgenden Tagen ungleich weit vom Scheitel- und folglich auch vom Südpunkt entfernt. Oder: die Sonne erreicht an verschiedenen Tagen Mittags um 12 Uhr verschiedene Höhe.

23. Am 21. März und 23. September liegen zwischen dem Durchgangspunkt der Sonne durch den Meridian und dem Südpunkt 38° des Meridians, folglich von jenem bis zum Scheitelpunkt (90° — 38°) 52°.

24. Am 21. Juni ist der Durchgangspunkt der Sonne durch

den Meridian vom Südpunkt $38^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 61\frac{1}{2}^\circ$, folglich vom Scheitelpunkt $90^\circ - 61\frac{1}{2}^\circ = 28\frac{1}{2}^\circ$ entfernt.

25. Am 21. December beträgt die Entfernung des Durchgangspunktes der Sonne durch den Meridian vom Südpunkt $38^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 14\frac{1}{2}^\circ$, folglich vom Scheitelpunkt $90^\circ - 14\frac{1}{2}^\circ = 75\frac{1}{2}^\circ$.

26. An jedem Tage erreicht die Sonne in dem Augenblick, in welchem ihr Mittelpunkt durch den Meridian geht, ihre größte Höhe. Man sagt dann: sie culminirt. Die Punkte des Meridians, in welchen es geschieht, heißen Culminationspunkte der Sonne.

Der Culminationspunkt der Sonne hat demnach am 21. März und am 23. September von dem Südpunkt eine Entfernung von 38°, am 21. Juni steht sie $23\frac{1}{2}^\circ$ höher, am 21. December $23\frac{1}{2}^\circ$ tiefer.

27. Die Culminationspunkte der Sonne liegen das ganze Jahr hindurch (folglich alle) zwischen dem Scheitel- und Südpunkt, in dem südlichen Theile des Meridians. Die Sonne steht uns folglich jeden Tag, Mittags um 12 Uhr, gegen Süden; niemals kommt sie in den nördlichen Theil des Meridians, niemals in den Scheitelpunkt.

28. Der Schatten, den ein auf dem Horizont senkrecht errichteter Stab wirft, fällt folglich jeden Mittag um 12 Uhr nach Norden zu, in die Richtung der Mittagslinie.

29. Den Bogen oder Kreis, welchen die Sonne am 21. März und 23. September zu durchlaufen scheint, nennt man (warum — wird später klar werden) Aequator, und zwar Aequator des Himmels; den Kreis, den sie am 21. Juni beschreibt: Wendekreis des Krebses; den, in welchem sie sich am 21. December bewegt: Wendekreis des Steinbocks. Wendekreise, weil die Sonne an den genannten Tagen zum Aequator zurückkehrt, in welchem sie jährlich zweimal steht, der als der Ort des mittleren Standes der Sonne angesehen wird (Gleicher).

30. Der Aequator schneidet den Horizont in der Ost-West-

linie, unter einem Winkel von 38°, welcher von einem Bogen gemessen wird, der in dem Meridian liegt, vom Südpunkt bis zum Durchschnittspunkt des Meridians mit dem Aequator.

31. Der Durchschnittspunkt des Wendekreises des Krebses und des Meridians ist: a) vom Südpunkt $38° + 23\frac{1}{2}° = 61\frac{1}{2}°$; b) von den Durchschnittspunkten desselben Kreises mit dem Horizont 124 Grad (in Graden des Wendekreises) entfernt.

Der Wendekreis des Steinbocks erreicht eine Höhe von $38° - 23\frac{1}{2}° = 14\frac{1}{2}°$; dieser Höhenpunkt (Durchschnittspunkt des Wendekreises des Steinbocks mit dem Aequator) ist von den Punkten, in welchen derselbe den Horizont schneidet, 56° entfernt.

32. Der Wendekreis des Krebses ist vom Wendekreise des Steinbocks $23\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 47°$ entfernt.

33. Die Sonne bewegt sich das ganze Jahr hindurch zwischen den Wendekreisen. In dem Wendekreis des Steinbocks, am 21. December, steht sie (Mittags) am tiefsten; im Wendekreis des Krebses, am 21. Juni, am höchsten.

1) Der Lehrer stellt einen runden Tisch auf dem freien Felde oder in der Mitte des Zimmers auf. Die Tischplatte stellt den Horizont vor. Er bestimmt nach der wirklichen Lage der Cardinalpunkte des Horizonts (Nord, Süd u. s. w.) Punkte der Tischperipherie, welche dieselben vorstellen. Er zieht einen Reifen über denselben, welcher den Meridian vorstellt. Dann stellt er durch drei andre Reifen den Aequator und die Wendekreise dar. Die Schüler müssen Alles, was an dem Himmel beobachtet und bemerkt wurde, an der gemachten Vorrichtung angeben.

2) Hierauf wird den Schülern die Aufgabe gestellt, die im Freien wahrgenommenen und an dem Tische dargestellten Kreise durch eine Zeichnung auf Papier oder auf ihren Tafeln darzustellen. (Erst Wirklichkeit, dann Modell, dann Zeichnung.) Natürlich kann diese Zeichnung verschieden ausfallen und immer richtig sein. Der Versuch gelinge oder mißlinge, das Versuchen fruchtet; dann entwerfe der Lehrer vor den Augen der Schüler an der Schultafel die Kreise. Z. B. Fig. 3.! NWSON stellt den Horizont dar, N den Nordpunkt, S den Südpunkt, W den West-, O den Ostpunkt, NZS den Meridian. (Das Auge des Zeichners ist senkrecht über dem Scheitelpunkt Z zu denken!) WbO ist der Aequator, KcR der Wendekreis des Krebses, BaU der des Steinbocks. Nun beginnt das Examiniren: Was bedeutet N, S, W, O, NZS, ZN, OR, OU, WK, WB, RU, KB, SU, SO, SR u. s. w., NR, NO, NU u. s. w., Sa, Sb, Sc, Nc, Nb, Na, ab, bc, ac, bO, bW, cR, cK, aU, aB u. s. w.?

3) Zeiget an der Figur den Bogen, welcher vorstellt: die Mittagshöhe der Sonne am 21. März, am 21. Juni, am 21. December; den Lauf der Sonne am längsten Tage, am kürzesten Tage; den Tagebogen der Sonne am 21. September von Morgens 6 bis Mittags 12 Uhr, u. s. w. durch die ganze Figur hindurch, bis alles Schwankende und Unsichere in den Vorstellungen der Schüler verschwunden ist.

34. In dem Augenblicke, in welchem der Sonnenmittelpunkt durch den Meridian eines Ortes geht, ist es daselbst Mittagszeit, Mittag, 12 Uhr. Danach werden die Uhren gestellt. Die Zeit, welche von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum nächsten Durchgange verfließt, heißt ein Sonnen-Tag, welcher wie der bürgerliche, der mit 12 Uhr Mitternachts beginnt, in 24 gleiche Theile, Stunden genannt, getheilt wird. Die Zeiten zwischen je 2 auf einander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Meridian sind (bis auf kleine Verschiedenheiten, die hier noch nicht in Betracht kommen können) einander gleich; folglich sind auch die 24stel, d. h. die Stunden an den einzelnen Tagen, einander gleich.

35. Durch den Aufgang der Sonne entsteht der natürliche Tag, nach ihrem Untergang bricht die Nacht herein. Dem eigentlichen Aufgange, d. h. ihrer Erhebung über den Horizont, geht die Morgendämmerung vorher; zwischen dem Augenblick ihres Verschwindens unter den Horizont bis zur vollkommnen Nacht liegt die Abenddämmerung. Man rechnet, daß die Morgendämmerung am östlichen Himmel beginnt, sobald die kleinsten Sterne verschwinden, und daß die Abenddämmerung beginnt mit dem Sichtbarwerden der größten Sterne. Die Dauer der Dämmerung ist an auf einander folgenden Tagen nicht gleich, weil sich, wie aus Nr. 17. erhellt, die Sonne unter dem Horizonte an solchen Tagen nicht mit (absolut) gleicher Geschwindigkeit bewegt.

36. Auf einander folgende Tage, d. h. die Zeiten von einem Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang an demselben Tage, sind nicht gleich lang. Am 21. März und 23. September geht in ebenen Gegenden die Sonne um 6 Uhr Morgens auf und um 6 Uhr Abends unter. Tag und Nacht sind dann einander gleich oder gleich lang. Man nennt diese Tage die Tage der Tag- und

Nachtgleiche: Frühlings- und Herbst- Tag- und Nacht-gleiche (Aequinoctium).

37. Vom 21. März ab wachsen die Tage mehr und mehr, die Nächte nehmen ab. Um so viel die Tage wachsen, um so viel nehmen die Nächte ab. Dieses Zunehmen dauert bis zum 21. Juni, dem längsten Tage, an welchem die Sonne in den Wendekreis des Krebses tritt. Dann hat sie ihre größte Abweichung vom Aequator nach Norden erreicht, sie kehrt zum Aequator zurück, steht also einen Augenblick (scheinbar) still. Dieser Punkt heißt der Sommer-Stillstandspunkt (das Sommersolstitium), der 21. Juni der Tag der Sommer-Sonnenwende. Mit diesem Tage beginnt die Jahreszeit, Sommer genannt. Die Sonne geht für den Horizont von Berlin Morgens zwischen 3 und 4 Uhr auf, und Abends gegen 9 Uhr unter. Der längste Tag dauert also hier etwa 17, der kürzeste Tag 7 Stunden.

38. Vom 21. Juni nehmen die Tage ab, die Nächte zu, bis am 23. September beide zum zweiten Male im Jahre einander gleich sind. Herbst-Tag- und Nachtgleiche, Herbstäquinoctium. Der Herbst beginnt.

39. Die Tage nehmen fortwährend ab, die Nächte zu, bis zum 21. December, an welchem Tage die Sonne ihre größte südliche Entfernung vom Aequator erreicht. Sie kehrt also nun zum Aequator zurück, scheinbar um, steht folglich scheinbar einen Augenblick still: Winter-Sillstands-Punkt, Wintersolstitium. Der Winter fängt an.

40. Die Tage nehmen wieder zu, die Sonne nähert sich wieder dem Aequator, sie steigt alle Tage höher herauf, bis sie am 21. März wieder im Ostpunkt auf-, im Westpunkt untergeht und Tag und Nacht gleich macht. Ein Jahr ist herum, und Alles kehrt in derselben Ordnung wieder. Regelmäßigkeit und Ordnung in beständigem Wechsel — Kreislauf des Jahres: Frühling, Sommer, Herbst und Winter u. s. w.

41. Am 21. December liegt der Tagebogen der Sonne am meisten südlich, der Tagebogen ist der kleinste von allen im Jahre; die Sonnenstrahlen treffen also den Horizont zu Mittag unter

dem kleinsten Winkel, und der Tag ist der kürzeste. Diese vereinigten Umstände sind die Ursachen der kalten Jahreszeit, des Winters. Am 21. Juni ist der Tag der längste, die Sonne steht am längsten am Himmel, sie erreicht im Meridian die größte Höhe, die Strahlen treffen den Horizont in einer Richtung, die sich der senkrechten am meisten nähert. Dadurch entsteht die Wärme, die Jahreszeit, Sommer genannt. Zwischen Winter und Sommer liegen die Zeiten der mittleren Wärme und Kälte: der Frühling und der Herbst. Es ist bekannt, daß Kälte und Wärme in verschiedenen Wintern und Sommern sehr verschieden sind. Kürze und Länge der Tage und die damit verbundenen Standpunkte der Sonne bewirken folglich nicht allein die Kälte und Wärme. Auch fällt die größte Kälte in der Regel nicht auf den kürzesten Tag, sondern tritt erst später ein, um die Mitte des Monats Januar. So pflegen auch die heißesten Tage erst nach der Sommersonnenwende einzutreten. Die Ursachen sind: vom Sommer her enthält die Erde noch viel Wärme, vom Winter her noch viel Kälte. Doch herrscht in dem Wechsel der Wärme und Kälte eine sehr große Verschiedenheit. Nur im Allgemeinen fällt die warme Jahreszeit in die Zeit des Sommees, die kalte in die Zeit des Winters. Theilt man das Jahr in zwei Hälften, Winter- und Sommerhalbjahr, Winter- und Sommersemester: so rechnet man Frühling und Sommer zu jenem, Herbst und Winter zu diesem. Der 21. März und der 23. September sind die Gränzscheiden. Das bürgerliche Jahr beginnt 10 Tage nach dem Wintersolstitium, am 1. Januar. Man theilt es in 4 gleiche Theile: Quartale genannt. Das erste Quartal umfaßt die Monate Januar, Februar und März u. s. w. Das bürgerliche gemeine Jahr hat eine Länge von 365 Tagen; ein Schaltjahr, welches alle 4 Jahre einzutreten pflegt, ist 366 Tage lang. Warum und wie — folgt später.

Aufgaben und Fragen.

1) Wann geht die Sonne im wahren Ostpunkte auf? Wann geht sie im wahren Westpunkte unter? Auch in Gegenden, deren östlicher oder west-

licher Horizont mit Gebirgen versehen ist? Wie viel Grad in der Peripherie des Horizontes ist (auf dem Berliner Horizont, von dem hier immer die Rede ist) am 21. Juni der Aufgangspunkt der Sonne entfernt: a) vom Ostpunkt? b) vom Nordpunkt? c) vom Südpunkt? Wie verhält sich in dieser Beziehung der Untergangspunkt der Sonne an demselben Tage? Wie beide am 21. December jedes Jahres? Wie die Auf- und Untergangspunkte am 21. Juni und 21. December zu einander? Wie weit (versteht sich: wie viel Grad) ist der Aufgangspunkt am 21. Juni vom Aufgangspunkt am 21. December entfernt? Welche Entfernung hat der Punkt, in welchem die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne) am 21. December untergeht: a) von dem Westpunkt; b) vom Südpunkt; c) vom Nordpunkt; d) vom Ostpunkt; e) vom Aufgangspunkt am 21. December; f) vom Untergangspunkt am 21. Juni; g) vom Aufgangspunkt am 21. Juni? u. s. w. Wie weit sind die Auf- und Untergangspunkte das ganze Jahr hindurch vom Scheitelpunkt entfernt?

2) An welchen Tagen sind die Tagebogen der Sonne 180°? In welcher Zeit größer, wann kleiner als 180°? An welchem Tage hat der Tagebogen seine größte Größe (erreicht sein Maximum)? An welchem Tage beschreibt die Sonne einen Tagebogen, der dem an Größe gleich ist, den sie am 12. Juni beschreibt? An welchem Tage beginnt das Wachsthum der Tagebogen? Wie lange dauert es? Von welchem Tage an bis zu welchem Tage nehmen die Tagebogen ab?

3) Vergleiche die Größe der Tagebogen mit der Lage der Auf- und Untergangspunkte der Sonne! Z. B.: Durch welchen Auf- und Untergangspunkt geht der kürzeste, der mittlere, der größte Tagebogen?

4) Welche Lage haben die Tagebogen der Sonne gegen den Horizont? Haben sie eine veränderliche oder eine sich gleich bleibende (constante) Lage? Welche Größe haben die spitzen, welche die stumpfen Winkel? Nach welcher Weltgegend liegen jene und diese? Welche Lage haben die Tagebogen gegen einander?

5) Welche Lage hat der Meridian gegen die Tagebogen? Welchem Punkte der Tagebogen liegt der Südpunkt des Horizonts am nächsten? Welche Entfernung hat der Südpunkt von dem Culminationspunkte der Sonne am 21. December, am 21. März, am 21. Juni, am 23. September? Wie weit ist der Scheitelpunkt von den Culminationspunkten an diesen Tagen entfernt? Wie weit der Nordpunkt? Welche Bogen haben eine Länge von 38°, $14\frac{1}{2}$°, $61\frac{1}{2}$°? In welchem Theile des Meridians liegen sämmtliche Culminationspunkte? Wie vielerlei Richtungen hat der Schatten eines Menschen an verschiedenen Tagen des Jahres, Mittags 12 Uhr?

6) Welche Entfernung hat der Südpunkt vom Wendekreis des Steinbocks, vom Aequator, vom Wendekreis des Krebses? Auf welchem Kreise werden diese kleinsten Entfernungen bestimmt? Welches ist die kleinste Entfernung des Scheitelpunktes (Zenithes) vom Aequator und von den Wendekreisen? Warum sind die Bogen des Horizonts, welche zwischen den Durchschnittspunkten der Wendekreise mit dem Horizont liegen, größer als $23\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 47°$?

7) Zeige mir mit diesem Stabe: die Lage des Aequators, des Wendekreises des Krebses, des Steinbocks! den Bogen des Meridians zwischen Südpunkt und Aequator, zwischen Südpunkt und Wendekreis des Krebses, zwischen Südpunkt und Wendekreis des Steinbocks, zwischen den Wendekreisen, zwischen Scheitelpunkt und den Wendekreisen, zwischen Scheitelpunkt und Aequator!

8) Stellet die Lage der 4 Kreise: Meridian, Aequator, Wendekreise — durch Reifen über einer Tischfläche dar, benennet alle Punkte, zeiget alle Bogen und sprechet alle gefundenen Wahrheiten in kurzen Sätzen klar und bestimmt aus! Angabe alles dessen, was Fig. 3. darstellt.

9) Wie oft im Jahre und wann sind die Tage und Nächte einander gleich? Auf welchen Tag fällt das Frühlingsäquinoctium, auf welchen das Herbstäquinoctium? Wann ist der kürzeste Tag? der längste? die längste Nacht? die kürzeste? Wie lange nehmen die Tage zu? wie lange ab? die Nächte zu? ab? Von welchem Tage bis zu welchem Tage nehmen die Tage zu? die Nächte? Wie lange dauert in Berlin der längste Tag? der kürzeste? die längste Nacht? die kürzeste? Wie viel Tage der Sonnenwenden oder Solstitien haben wir? Wann treten sie ein? Zwischen welchen Kreisen liegen die Tagebogen der Sonne in der Jahreszeit, Winter genannt? im Frühling? im Sommer? im Herbste? Welche Erscheinungen fallen am 21. December, 21. März, 21. Juni, 23. September zusammen? (Z. B. am 21. December: Stand der Sonne im Wendekreis des Steinbocks, südlichster Aufgangspunkt derselben vom Ostpunkte aus, tiefster Standpunkt zu Mittag im Meridian, kürzester Tag u. s. w.)

10) Welches sind die allgemeinsten Ursachen der Wärme im Sommer, der Kälte im Winter? In welchem Maaße pflegt die Wärme zu- und abzunehmen? Welches sind die Gränzen des Winter- und Sommerhalbjahres (Semesters)? Welche Monate gehören zum ersten, zweiten, dritten und vierten Quartal? In welchen Monaten nehmen die Tage zu? in welchen ab? Giebt es einen Monat, in welchem die Tage erst ab-, dann wieder zunehmen? In welchem Monat findet das Umgekehrte statt?

11) Wie viel Tage liegen zwischen dem 21. März und dem 23. September, und wie viele zwischen dem 23. September und dem 21. März, oder: wie verhält sich die Länge des Sommerhalbjahres (Sommersemesters) zur Länge des Winterhalbjahres (Wintersemesters)?

Die Schüler finden einen Unterschied von etwa 6 Tagen. Woher, warum? — Es wird ihnen in der Folge klar werden. (Vorübungen, Anspielungen, Fingerzeige — nach Lessing, siehe Vorwort!)

2. Beobachtungen an den Sternen (bei Nacht).

1. Bald nach Untergang der Sonne erscheinen, wenn keine Wolken über uns schweben, die Sterne am Himmelsgewölbe als mehr oder weniger hell glänzende Punkte, hier mehr, dort weni-

niger zusammengedrängt. Zuerst werden die am hellsten glänzenden, allmählig auch die in schwächerem Lichtglanz leuchtenden sichtbar. Endlich gewahrt das Auge eine unzählige Menge von Sternen. An einzelnen Stellen vereinigt sich ihr Glanz zu einem weißlichen Schimmer, und man gewahrt einzelne Gruppen und Gestalten. Jene löset das Fernrohr in lauter einzelne Sterne auf, es sind Sternhaufen. Den zusammenhängenden, ungefähr kreisförmig sich fortziehenden Sternenschimmer nennt man Milchstraße.

2. Gute Augen unterscheiden die Sterne nach ihrer scheinbaren Größe: Sterne erster, zweiter, dritter u. s. w. bis sechster oder gar zehnter Größe. Außerdem unterscheiden die Sternkundigen oder Astronomen die Sternbilder oder Gestirne von einander, d. h. sie vereinigen eine Anzahl Sterne, welche zusammenstehen, zu einer zusammengehörigen Gruppe, zu einer Figur, einem Bilde, und geben diesem einen Namen. So kennt fast Jedermann den großen und kleinen Wagen (Bären), den großen und kleinen Hund, den großen und kleinen Löwen, den Herkules, die Jungfrau, das herrliche Gestirn: Orion genannt. Unter den (feststehenden) Sternen glänzt keiner schöner als Sirius im Sternbild des großen Hundes. (Stern verhält sich zu Gestirn, wie Berg zu Gebirg.)

3. Da die Sterne nach dem Untergange der Sonne sichtbar werden, bei ihrem Aufgange verschwinden, so schließt man mit Recht, daß sie auch bei Tage glänzen, aber dann nur wegen des hellen Glanzes der Sonne nicht gesehen werden können. Diese Vermuthung wird bestätigt, wenn man aus einem tiefen Brunnen oder Schachte, in welchen das Sonnenlicht nicht eindringen kann, einen Theil des Himmels betrachtet. Man sieht dann mit bloßen Augen die etwa darüber stehenden hell glänzenden Sterne. Der Mond, der auch zu den Himmelskörpern gehört, erblaßt auch, sobald die Sonne, die mit Recht die Königin oder Herrscherin des Tages genannt wird, aufgeht. Doch sieht man zu gewissen Zeiten den blassen Mond noch bei Tage.

4. Es bedarf keiner großen Aufmerksamkeit, um wahrzuneh-

men, daß die Sterne, mit wenigen Ausnahmen, die Stellung, die sie gegenseitig einnehmen, fort und fort beibehalten. Diejenigen z. B., welche ein Dreieck, Viereck oder eine andre Figur bilden, werden immer in dieser Lage gesehen. Sie verändern also ihre gegenseitige Lage zu einander nicht. Man nennt sie darum Fixsterne.

Von einigen wenigen dagegen gilt dieses nicht. Beobachtet man sie nämlich eine Reihe von Tagen oder Monaten, so bemerkt man eine Aenderung ihrer Stellung zu den übrigen, namentlich zu denen, in deren Nähe sie stehen. Sie entfernen sich von diesen, nähern sich andern. Man nennt sie Planeten. Daß der Mond, der wegen seiner Größe eine Auszeichnung verdient, darum wohl vorzugsweise als Himmelskörper, nicht als Stern angesehen wird, sich gleichfalls und verhältnißmäßig sehr bedeutend bewegt, wissen schon die Kinder.

5. Zuweilen erscheinen auch seltsame Lichtwesen oder Lichtkörper am Himmel, die sich durch nebelhaften Schimmer, mehr rund oder länglich, auszeichnen, gewöhnlich aber bald wieder verschwinden, und, so lange sie sichtbar bleiben, stark bewegen. Man nennt sie Haar- oder Schweifsterne, Kometen.

Dies sind sämmtliche, bei Nacht erscheinende Himmelskörper: erstens der Mond, zweitens die Fixsterne, drittens die Planeten, viertens die Kometen. Es ist ein das Auge des Menschen unwillkürlich anziehendes, das Gemüth fesselndes und beruhigendes, im rechten Sinne des Wortes ein erhabenes Schauspiel. Die ältesten Bewohner der Erde haben in Freude bewundernd, sehnsuchtsvoll in Leid und Schmerz zu dem gestirnten Himmel aufgeblickt, und es ist wohl der Mühe werth, sich über die Natur und Eigenschaften dieser Wesen näher aufzuklären, so weit es dem sterblichen Menschen vergönnt ist. Man richtet daher seine Aufmerksamkeit auf sie hin, um zu erfahren, was man mit eigenen Augen an ihnen wahrnehmen kann; nachher denkt man darüber nach, was sich aus den Beobachtungen schließen läßt; endlich vernimmt man gern, was die eigentlichen Sternkundigen, die Männer, welche sich wissenschaftlich mit dem großen Gegen-

stande beschäftigen, uns zu sagen haben. Ist auch nicht Alles von dem, was sie wissen, für uns verständlich, weil dieses Verständniß Kenntnisse und Einsichten voraussetzt, die uns fehlen, so eignen wir uns doch als denkende und nach Aufschluß über die Natur der Dinge begierige Wesen gern und dankbar das an, was wir fassen und begreifen können. Ein so großer Gegenstand kann nie ganz erschöpft werden. „In's Innerste der Natur, sagt ein weiser Mann, dringt kein erschaffener Geist." Ueberall sind wir von unergründlichen Geheimnissen umgeben. Die Naturforscher haben aber doch von dem sichtbaren Himmel schon so viel erforscht, daß wir nicht Alles erlernen können, und daß wir den Geist des Menschen bewundern müssen. Betrachten wir zunächst, was jeder aufmerksame Mensch selbst am Himmel wahrzunehmen im Stande ist!

6. Wenn wir nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel unsern Blick gegen Osten richten, so bemerken wir, daß hier Sterne über den Horizont heraufkommen. Auch die Sterne gehen im Osten auf. Die aufgegangenen erheben sich mehr und mehr, erreichen im Meridian ihre größte Höhe, senken sich von da gegen Westen und gehen hier unter. Die Zeit, welche vom Aufgang eines Sternes bis zum Durchgang durch den Meridian verfließt, ist gleich der Zeit von seinem Durchgang durch den Meridian bis zum Untergang. In einem Kreisbogen bewegt er sich vom Aufgang bis zum Niedergang.

7. Manche Sterne gehen genau im Ostpunkte auf, im Westpunkte unter. Ihre sichtbare Bahn am Himmel ist der Bogen eines Halbkreises, sie laufen im Aequator, erreichen im Meridian eine Höhe von 38°, und brauchen vom Augenblick des Auf- bis zum Augenblick des Niederganges eine Zeit von 12 Stunden.

8. Andere gehen nördlich, noch andere südlich vom Ostpunkte auf. Die Aufgangspunkte liegen zwischen dem Ost- und Nordpunkte, zwischen dem Ost- und Südpunkte; also überhaupt an der östlichen Hälfte des Horizontes. Der Untergang geschieht zwischen denselben Punkten, dem Nord- und Südpunkte, nur an der westlichen Hälfte des Horizontes.

9. Die Entfernung des Aufgangspunktes eines Sterns vom Ostpunkte ist genau gleich der Entfernung des Untergangspunktes desselben Sternes vom Westpunkte. Jeder beschreibt einen mit dem Aequator parallellaufenden Bogen.

10. Die Bogen, welche diejenigen Sterne beschreiben, die nördlich vom Ostpunkte aufgehen, sind größer als ein Halbkreis, betragen mehr als 180°. Je weiter der Aufgangspunkt gegen Norden liegt, desto mehr nähert sich der Bogen an Größe einer ganzen Kreisperipherie. Wer ganz nahe dem Nordpunkte aufgeht, dessen sichtbarer Bogen ist beinahe gleich einer Kreisperipherie.

Die Bogen, welche diejenigen Sterne über dem Horizonte beschreiben, welche südlich vom Ostpunkte aufgehen, sind kleiner als ein Halbkreis, betragen weniger als 180°. Je weiter nach Süden der Aufgangspunkt eines Sternes liegt, desto kleiner ist der Bogen, den er am Himmel beschreibt. Ein Stern, der ganz nahe dem Südpunkt aufgeht, bleibt nur sehr kurze Zeit sichtbar, erhebt sich nur wenig über den Horizont, verschwindet alsbald wieder.

11. Ueber dem Nordpunkte erblicken wir eine Menge von Sternen, die gar nicht untergehen, folglich auch nicht aufgehen, weil sie immer über dem Horizont schweben. Wir sehen einen jeden einen tiefsten und einen höchsten Standpunkt erreichen; beide liegen im Meridian. Alle Sterne culminiren im Meridian. Die Bahnen dieser nie untergehenden Sterne sind sichtbar vollkommne Kreise, welche auch parallel mit dem Aequator liegen, und in dem Maaße kleiner werden, als sie sich vom Aequator entfernen. Endlich erblicken wir in einer gewissen Höhe über dem Horizont, über dem Nordpunkt, einen Stern, der sich gar nicht zu bewegen scheint. Je näher einer der andern Sterne demselben steht, desto kleiner ist der Kreis, den er um jenen unbeweglichen oder, genauer betrachtet, um einen Punkt, der sich nahe bei demselben befindet, zu beschreiben scheint. Diesen Punkt nennt man den Nordpol des Himmels, den nahe demselben stehenden Stern zweiter Größe den nördlichen Polarstern. Alle Sterne bewegen sich scheinbar in Kreisen um den Nordpol des Himmels. Mit der Entfernung vom Nordpol nehmen diese Kreisbahnen an Größe zu,

bis zum Aequator, welcher der größte dieser Kreise ist. Weiter südlich nehmen sie ab. Gleich weit vom Aequator entfernte Sterne beschreiben gleiche Kreisbahnen. Alle diese Kreisbahnen liegen dem Aequator, folglich unter sich parallel. Alle Sterne, die immer über dem Horizont stehen, erreichen ihren tiefsten Stand in dem Theil des Meridians, welcher zwischen dem Nordpol des Himmels und dem Nordpunkt des Horizonts liegt, ihren höchsten in dem andern Theil des Meridians. Von dem tiefsten Standpunkte erheben sich die Sterne nach dem östlichen Theile des Himmels zu, von dem höchsten senken sie sich nach der westlichen Hälfte des Himmels.

12. Der Nordpol des Himmels ist vom Nordpunkt des Horizonts 52° entfernt. So viel beträgt der Bogen des Meridians zwischen diesen beiden Punkten. Der Nordpol des Himmels ist folglich $90° - 52° = 38°$ vom Scheitelpunkt, und folglich $90° + 38° = 128°$ vom Südpunkt des Horizonts entfernt. Die Zenithentfernung (Zenithdistanz) des Poles beträgt 38°. Ein Stern, der gerade 38° vom Nordpol entfernt ist, erreicht folglich seine größte Höhe über dem Horizont im Zenith, er geht durch unseren Scheitelpunkt. Ein Stern, der gerade 52° vom Nordpol entfernt ist, erreicht seinen tiefsten Stand im Nordpunkt des Horizonts, er berührt denselben, erhebt sich aber gleich wieder, geht nicht unter. Alle diejenigen Sterne, welche zwischen dem Kreise, den der eben angedeutete Stern beschreibt, und dem Nordpole stehen, gehen gar nicht unter.

Da der Nordpol 38° vom Scheitelpunkt, der Aequator 52° vom Scheitelpunkt entfernt ist, so beträgt die Entfernung des Nordpols vom Aequator $38° + 52° = 90°$.

13. Die Zeit, welche von dem Aufgange eines Sterns bis zum nächsten Aufgange verfließt, beträgt (im Allgemeinen) 24 Stunden. Eben so viel Zeit verfließt von dem Durchgange desselben durch den Meridian bis zum nächstfolgenden Durchgange. Die Zeit, welche verfließt von dem Durchgange eines nicht untergehenden Sterns durch den tieferen Theil des Meridians bis zu seinem Durchgange durch den höheren Theil, beträgt 12 Stun-

den. Innerhalb 24 Stunden culminirt er also 2 Mal, jedes Mal nach Verlauf von 12 Stunden.

14. Wenn wir die eben angegebenen Zeiträume genauer beobachten, so finden wir, daß von dem Durchgange eines (aufgehenden) Sternes durch den Meridian bis zum abermaligen Durchgange in der nächsten Nacht weniger als 24 Stunden verfließen, nämlich 4 Minuten weniger. Jeder Stern braucht also zur Vollendung seiner Kreisbahn 24 Stunden weniger 4 Minuten = 23 Stunden 56 Minuten. (Wir begnügen uns hier, wie überall, mit runden Zahlen.)

15. Natürlich ist die Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Sterne sich, bei dem Umschwunge des Himmelsgewölbes von Osten gegen Westen, zu begegnen scheinen, nicht gleich. Die Kreisbahnen, die sie in 24 Stunden durchlaufen, sind ja an Größe verschieden. Diejenigen, welche in dem Ostpunkte aufgehen, also sich im Aequator des Himmels bewegen, beschreiben in derselben Zeit einen größeren Weg, als die übrigen, sie bewegen sich folglich schneller. Ein Körper, der in derselben Zeit den doppelten Weg zurücklegt, als ein andrer, hat die doppelte Geschwindigkeit. Bei gleichen Zeiten verhalten sich die Geschwindigkeiten zweier Körper wie ihre Wege. Die Sterne, welche dem Nordpol, der gar keine Bewegung hat, nahe stehen, bewegen sich sehr langsam. Die Geschwindigkeit nimmt mit ihrer Entfernung vom Nordpol bis zum Aequator zu. Südlich von demselben nimmt die Geschwindigkeit wieder ab. Zwei Sterne, die gleich weit, der eine nördlich, der andre südlich, vom Aequator abstehen, haben gleiche Geschwindigkeit. Sie legen in derselben Zeit gleich große Bahnen zurück.

1) Der Lehrer giebt dem Schüler einen Stab in die Hand und läßt ihn auf freiem Horizont und in der Schulstube, nachdem man sich in derselben orientirt hat, Alles zeigen, was er (der Lehrer) verlangt. Lehrer: Standpunkt und Horizont. Der Schüler zeigt u. s. w. Lehrer: Zenith — Scheitellinie — Meridian — Aequator — Wendekreis des Krebses — des Steinbocks — Nordpol — Polhöhe — Zenithentfernung des Pols — Polentfernung des Aequators — Zenithentfernung des Aequators — Aequatorhöhe — Höhe der Wendekreise — Zenithentfernung der Wendekreise —

Polarentfernung derselben — tägliche Bewegung der Sterne — Raum, wo die nicht untergehenden Sterne stehen — Raum, wo die unter= und auf= gehenden Sterne sich befinden — Sterne, welche die schnellste tägliche Be= wegung haben — Sterne, welche eine sehr langsame Bewegung haben — Nordpunkt, Nordpol — Ostpunkt, Ostpol (Ostpol, Aufmerksamkeit!) — Westpunkt, Westpol (!) — Südpunkt, Südpol — u. s. w.

2) Nachdem wir die bisherigen Beobachtungen angestellt und ihr Ergeb= niß in Worten ausgedrückt haben, suchen wir uns die Sache an einer Vorrich= tung zu veranschaulichen. Wir wählen wieder unsern runden Tisch, befesti= gen über demselben verschiedene Reifen. Der eine, der vom Nordpunkt zum Südpunkt geht, stellt den Meridian vor, er erhebt sich senkrecht über der Tischebene. Ein zweiter geht durch den Ost= und Westpunkt, und erhebt sich 38° im Meridian; er stellt den Aequator vor. Im Meridian, 52° über dem Nordpunkt, befestigen wir einen glänzenden Nagel, der den Nordpol (oder auch, ohne bedeutenden Fehler, den nördlichen Polarstern, der nur $1\frac{1}{3}$ Grad vom wirklichen Nordpol entfernt ist) vorstellt. Eine gerade Linie, die wir von dem Mittelpunkt der Tischebene, der unsern Standpunkt dar= stellt, nach dem Nordpol ziehen könnten, würde mit der Mittagslinie einen Winkel von 52° machen, der durch den Meridianbogen zwischen dem Nord= pol und dem Nordpunkt gemessen wird. Dieser Bogen oder der Winkel, den er mißt, heißt die Polhöhe. Sie ist für Berlin in runder Zahl 52°.

Hierauf bewegen wir in verschiedenen Entfernungen vom Nordpol, von der Ostseite des Tisches aus, einzelne Punkte, kleine Kugeln z. B., über die Tischebene nach dem Meridian zu, parallel mit dem Aequator, um uns die tägliche Bewegung der Sterne zu veranschaulichen. Oder wir befestigen auch eine Anzahl von größeren und kleineren Reifen, parallel mit dem Aequa= torreifen, je näher dem Pole, desto kleinere; je weiter vom Aequator südlich, auch desto kleinere. Derjenige, der nach allen Seiten 52° vom Nordpole entfernt ist, berührt mit seinem tiefsten Punkt den Nordpunkt der Tisch= ebene; die zwischen ihm und dem Nordpole liegen, befinden sich ganz über der Tischfläche. Andere, welche weiter als 52° vom Nordpole entfernt sind, liegen mehr als zur Hälfte über der Tischebene. Von den südlich von dem Aequator anzubringenden erhebt sich weniger als die Hälfte über dieselbe. In einer Entfernung von $23\frac{1}{2}$° nördlich und südlich vom Aequator können die Wendekreise angebracht werden. Zwischen dieselben fällt, wie bereits bekannt, die tägliche Bewegung der Sonne. Auch ist es unverfänglich, in einer Ent= fernung von $23\frac{1}{2}$° vom Nordpol einen Kreis anzubringen, auf denselben die Aufmerksamkeit zu lenken, und ihn nördlichen Polarkreis des Him= mels zu nennen. Diese Vorrichtung giebt nun Veranlassung, alles unmit= telbar Beobachtete zu versinnlichen, zu wiederholen und einzuprägen. Wo die Verhältnisse die wirkliche Beobachtung am Himmel nicht gestattet haben, begnügt man sich mit der Darstellung an dieser Vorrichtung mit Hinweisung auf den Himmel. Man muß nicht versäumen, dem Tische die rechte Rich= tung zu geben, die Mittagslinie in die Richtung von Süden nach Norden zu stellen. Der Lehrer zeigt, fragt, läßt zeigen, fragen u. s. w. — Wer es

bis dahin nicht wußte (wissen heißt mehr, als gehört haben), was für eine schöne Sache es ist, sich eine richtige Weltansicht zu erwerben, erfährt es hier und weiß es dann. „Man wird nur klug durch eigne Weisheit." — Hält man es für gut, auch den Südpol des Himmels zu bezeichnen, die Himmelsachse darzustellen, durch Reifen Kreise um den Südpol herum anzulegen, oder sogar schon die Lage der Ekliptik durch einen Reifen zwischen den Wendekreisen anzugeben, so wird nur ein sehr strenger Methodiker dieses tadeln. Wir halten es für zulässig, nicht geradezu für nachtheilig. Manche Verhältnisse mögen es sogar gebieten. Das wirkliche Beobachten findet leicht Hindernisse. Kann man nicht Alles, so thut man doch das Mögliche. Mehr als dieses verlangt kein billiger Mann.

3) Nachdem dieses Alles geschehen, wird von den Schülern und dem Lehrer eine Zeichnung auf einer Tafelfläche entworfen, welche das Wesentlichste darstellt. Die Schüler mögen es zuerst für sich versuchen! —

Z. B. Fig. 4. HC stelle den mittleren Durchschnitt des Horizontes, die Mittagslinie vor, C den Nord-, H den Südpunkt; HZC den Meridian, E unsern Standpunkt, N den Nordpol, Z das Zenith, EN eine gerade Linie vom Standpunkt nach dem Nordpole, PK den nördlichen Polarkreis, ZD, BC, AE, FG, LI Hälften der Bogen, in welchen Sterne laufen, AE die Hälfte der über dem Horizont liegenden Hälfte des Aequators vor.

Nun ist Bogen $CN = 52°$, $NEC = 52°$, NK und $NP = 23\frac{1}{2}°$, $NZ = 38°$, ZH und $ZC = 90°$, $NA = 90°$, $ZA = 52°$, $AH = 38°$. Stellen MN und QR die Wendekreise vor, so ist AM und $AQ = 23\frac{1}{2}°$, $ZM = ZA - AM = 52° - 23\frac{1}{2}° = 28\frac{1}{2}°$, $ZQ = ZA + AQ = 52° + 23\frac{1}{2}° = 75\frac{1}{2}°$ u. s. w. Da $NC = 52°$ und auch $ZA = 52°$, so ergiebt sich, daß die Polhöhe gleich ist der Entfernung des Aequators vom Zenith. Da $ZN = 38°$ und auch $AH = 38°$, so folgt, daß die Zenithentfernung des Pols der Aequatorhöhe gleich ist. Diese Sätze fixire man, präge überhaupt Alles fest ein, gehe aber von der Zeichnung zu jener Vorrichtung und zu dem Himmel zurück, damit der Schüler sich die Sache nicht nur an der Tafel und im Zimmer, sondern am Himmel vorstelle.

3. Beobachtungen am Monde.

1. Selbst kleine Kinder kennen schon den stillen, freundlichen Mond. Wir kennen ihn besser als die Sonne. Er blendet das Auge nicht mit seinem sanften Licht, er läßt sich mit unbewaffnetem Auge beobachten. Jedermann weiß daher, daß er bald des Nachts am Himmel gesehen wird, bald nicht, daß man ihn bald in Sichelgestalt, bald als erstes oder letztes Viertel, bald als Vollmond erblickt. Zuweilen sieht man ihn auch des Morgens nach Sonnenaufgang erblaßt am Himmel stehen. Manche

wollten im Vollmond nicht nur hellere und dunklere Stellen, sondern ein Gesicht wahrnehmen. (?)

2. Es gehört nur geringe Aufmerksamkeit dazu, um zu wissen, daß er in Sichelgestalt Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel erscheint. Reisende, welche vor Sonnenaufgang ausziehen, oder fleißige Leute, die sich im Sommer nach 3 Uhr, im Winter gegen 6 Uhr an die Arbeit machen, wissen auch, daß er manchmal vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel als Sichel erscheint. Nur hat die Sichel dann die umgekehrte Gestalt, wie dann auch das sogenannte erste Viertel auf andrer Seite gesehen wird als das letzte. Ferner weiß fast Jedermann, daß er als Vollmond die Freundlichkeit hat, die ganze Nacht zu scheinen (N. B. wenn die Wolken es erlauben), Abends im Osten aufzugehen, Mitternachts im Meridian gegen Süden zu stehen, Morgens im Westen zu verschwinden.

3. Weniger schon möchte es Manchem zum Bewußtsein gekommen sein, daß er das eine Mal als Vollmond eine viel bedeutendere Höhe erreicht als ein andres Mal. Leichter bemerkt man, daß er in verschiednen Jahreszeiten als Vollmond an verschiednen Stellen des Horizontes aufgeht.

4. Was die Zeit seiner Erscheinung betrifft, so ist leicht zu bemerken, daß er, wenn er als allbekannte Sichel am westlichen Himmel erscheint, sobald die Sonne untergegangen ist, nicht erst aufzugehen braucht, sondern schon aufgegangen ist. Als Vollmond erscheint er immer zuerst am östlichen Himmel, wie er denn, gleich der Sonne und den Gestirnen, nur am östlichen Himmel auf-, am westlichen Himmel unterzugehen pflegt. Ist der Vollmond vorüber, so geht er alle Tage später auf, um 7, um 8, um 9 Uhr Abends und später.

5. Fügen wir noch bei, wie es allgemein bekannt ist, daß die Monderscheinungen: erstes Viertel, Vollmond, letztes Viertel, alle Monate wiederzukehren pflegen: so haben wir in dem Bisherigen wohl im Ganzen die Summa dessen angegeben, was die Mehrzahl der Menschen vom Monde weiß.

Zu einer genaueren Kenntniß, weniger seines Wesens und seiner

Eigenschaften, als seiner Erscheinungen, ist es daher erforderlich, daß wir ihn sorgfältiger, mit bestimmter Absicht beobachten. Wo wollen wir anfangen? Mit der Sichel, dem Vollmonde, oder dem letzten Viertel? Das Mittlere, denken wir, wird das Beste sein: mit dem Vollen, Ganzen, woraus besondere, leicht erkennbare Vortheile entspringen.

---

6. Es sei um die Zeit des Frühlingsäquinoctiums, um das Osterfest herum, das, wie unsre Leser wohl schon gehört haben, nach dem Vollmonde im Frühling berechnet und festgestellt wird! Die Sonne pflegt um diese Zeit im Ostpunkt oder demselben nahe auf-, im Westpunkte oder in dessen Nähe unterzugehen, jenes um 6 Uhr Morgens, dieses um 6 Uhr Abends, der Tag wie die Nacht dauert 12 Stunden. So wie die Sonne untergegangen ist, bemerken wir den Mond mit seiner vollen, runden Scheibe, den Vollmond am östlichen Himmel. Er geht gleichfalls im Ostpunkte oder in der Nähe desselben auf. Von Stunde zu Stunde erhebt er sich, er geht oder läuft, wie man zu sagen pflegt, ungefähr in der Richtung, die wir als die Lage des Aequators kennen gelernt haben. Um Mitternacht culminirt er ungefähr in einer Höhe von 38°, dann senkt er sich allmählig gegen Westen zu und geht ungefähr im Westpunkte, Morgens gegen 6 Uhr, wenn die Sonne am östlichen Himmel erscheint, unter. Wenn Vollmond ist, so scheint er die ganze Nacht.

7. Am folgenden Tage geht er ungefähr eine Stunde (genauer 50 Minuten) später auf, auch schon, wenn wir uns den Ort seines Aufganges am vorigen Abend an einem Baume oder Hause gemerkt haben, nicht mehr an demselben Orte, sondern etwas südlich vom Ostpunkte. Im Meridiane erreicht er nicht mehr ganz die Höhe des vorigen Tages, beim Sonnenaufgang sehen wir ihn am westlichen Himmel, aber noch nicht untergegangen, er geht auch 50 Minuten später unter als am vorhergehenden Abend, und zwar etwas südlich vom Westpunkte. Der Bogen, den er am Himmel beschrieben hat, liegt seinem Laufe am vorhergehenden Tage parallel.

8. Am 2ten Tage nach dem Tage des Vollmondes geht er noch später auf, und zwar jeden Tag 50 Minuten später als am vorhergehenden, desgleichen immer südlicher, seine Höhe im Meridian nimmt täglich ab, doch bleiben die Bogen einander parallel; so weit südlich sein Aufgangspunkt vom Ostpunkte lag, so weit liegt sein Untergangspunkt südlich vom Westpunkte. Doch kann Letzteres nicht gut mehr beobachtet werden, weil der Untergang in die Morgenstunde fällt; um 7, 8, 9 Uhr u. s. w. Morgens sieht man ihn in blasser Gestalt am westlichen Himmel sich dem Untergang nähern, den er wegen des hellen Sonnenscheins in der Regel ungesehen vollzieht.

9. Zugleich nehmen wir vom Tage des Vollmondes an eine Lichtabnahme wahr. Die runde volle Scheibe verliert sich mehr und mehr, zuerst, wenn man das Gesicht ihm zukehrt, auf der Seite, die dem Beobachter zur rechten Hand liegt, auf der rechten Seite. Etwa 7 Tage nach dem Vollmonde sieht man nur noch die linke Hälfte der Scheibe glänzen (beleuchtet). Diese Lichtgestalt wird das letzte Viertel genannt. (Letztes Viertel aus Gründen, die später klar werden, wenn sie dem Leser nicht schon bekannt sind. Eigentlich sollte es letzte Hälfte der uns zugewandten Seite heißen.) Dann geht er um Mitternacht auf, bewegt sich von 12 Uhr Nachts bis nach 6 Uhr früh, wenn die Sonne aufgeht, am östlichen Himmel bis zum Meridian, erblaßt nun und geht Mittags 12 Uhr unter. Die Auf- und Untergangspunkte liegen nun bedeutend südlich vom Ost- und Westpunkt. Jener ungefähr da, wo die Sonne am 21. December auf-, dieser, wo sie an demselben Tage untergeht. Zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche geht der Vollmond durch die Bahn des Aequators, das letzte Viertel durch den Wendekreis des Steinbocks.

10. Der Aufgang des Mondes erfolgt nun, wie bisher, alle Tage 50 Minuten später, als am vorhergehenden Tage, der Untergang 12 Stunden nachher, der Auf- und Untergangspunkt nähert sich dem Ost- und Westpunkt, das letzte Viertel nimmt immer mehr ab, endlich etwa 7 Tage nach dem Tage des letzten

Viertels, 14 Tage nach der Zeit des Vollmondes, erscheint der Mond am östlichen Himmel als dünne Sichel nur kurz vor dem Sonnenaufgang, bis er endlich ganz in den Sonnenstrahlen verschwindet und gar nicht mehr gesehen wird. Man muß schließen, daß er nun mit der Sonne auf- und untergeht. Diese Zeit nennt man die Zeit des Neumonds. Vom Vollmond bis zum Neumond haben wir abnehmendes Licht.

11. Wenige Tage nach dem Neumond erblicken wir den verschwundenen gleich nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel in Sichelgestalt. Die Sichel liegt auf der rechten Seite. Sie geht bald nach der Sonne unter. Von Tag zu Tag erscheint der Mond mit wachsendem Licht bei Sonnenuntergang höher am Himmel, bis wir ihn etwa 7 Tage nach dem Neumond bei Sonnenuntergang im Meridian halb erleuchtet als erstes Viertel erblicken. Nun scheint er von 6 Uhr Abends bis Mitternachts, wo er untergeht.

12. An jedem folgenden Abend wird er bei Sonnenuntergang mehr am östlichen Himmel gesehen, mit stets zunehmender Lichtgestalt. Etwa 7 Tage nach dem ersten Viertel, also ungefähr 29 Tage nach dem ersten Vollmond, sehen wir ihn wieder als Vollmond am Himmel erscheinen, wiederum bei Sonnenuntergang. Dieselben Erscheinungen zeigen sich nun im Allgemeinen wieder: a) Vollmond, abnehmende Lichtgestalt (Lichtphase) letztes Viertel, Sichelgestalt zur Linken, Neumond, Sichelgestalt zur Rechten, zunehmendes Licht, erstes Viertel, Vollmond; b) Aufgang des Vollmondes bei Sonnenuntergang, Mondschein die ganze Nacht hindurch, Untergang desselben bei Sonnenaufgang; c) Aufgang des letzten Viertels um Mitternacht, Mondschein bis zum Sonnenaufgang am östlichen Theil des Himmels, Erblassen des letzten Viertels bei Sonnenaufgang im Meridian; d) Aufgang des Mondes zur Zeit des Neumondes mit der Sonne in der Gegend der Sonne, kein Mondschein bei Nacht; e) Erscheinung des ersten Viertels bei Sonnenuntergang im Meridian, Mondschein am westlichen Himmel von 6 Uhr Abends bis 12 Uhr Mitternachts; f) Zeitraum von einem Vollmonde bis zum nächsten

Vollmonde 29 Tage, ein **Monat**; eben so viel Tage verfließen vom ersten Viertel bis wieder zum ersten Viertel u. s. w.

13. Wiederholen wir unsre Beobachtungen zur Zeit der Sommer-Sonnenwende, der Herbst-Tag- und Nachtgleiche, der Winter-Sonnenwende, so zeigen sich zwar dieselben Veränderungen der Lichtgestalten und die übrigen Erscheinungen im Ganzen so, wie zur Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, nur in Betreff der Orte des Auf- und Untergangs des Mondes und der Höhe, die er im Meridian erreicht, wesentliche Verschiedenheiten.

Wir stellen die Erscheinungen gleich zusammen!

Der **Vollmond** geht auf und unter:

a) zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen: im Ost- und Westpunkte des Horizontes, und er läuft dann durch den Aequator;

b) zur Zeit der Sommer-Sonnenwende südlich vom Ost- und Westpunkte, er läuft im Wendekreis des Steinbocks;

c) zur Zeit der Winter-Sonnenwende nördlich vom Ost- und Westpunkte, er läuft im Wendekreis des Krebses.

Wenn also die Sonne sich durch den Aequator bewegt, so haben wir auch Vollmond im Aequator; wenn die Sonne am höchsten steht, so steht der **Vollmond** am **tiefsten**, und **umgekehrt**. Jenes ist im Sommer, dieses im Winter der Fall. Welche große Weisheit darin liegt, daß der Vollmond zur Zeit unsers Winters, wenn die Nächte lang sind, die größte Höhe erreicht, wird in der Folge klar werden. Der sinnige Leser merkt, um mit **Hebel** zu reden, vielleicht schon etwas.

14. Wir könnten nun noch von der Stellung des ersten und letzten Viertels und des Neumondes in den vier Hauptzeitpunkten des physischen oder astronomischen Jahres, 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December reden; aber dem geneigten Leser bleibe dieses überlassen. Wir wollen die Sache beispielweise umkehren und fragen: Welchen Lauf nimmt der Mond in seinen verschiedenen Lichtgestalten an einem dieser Tage:

a) am 21. März: Der **Neumond** ereignet sich im Aequator, Mond und Sonne stehen je im Neumond immer beisammen; das **erste Viertel** erscheint im Wendekreis des Krebses; der

Vollmond im Aequator, das **letzte** Viertel im Wendekreis des Steinbocks;

b) am 21. Juni: Der Neumond im Wendekreis des Krebses, das erste Viertel im Aequator, der Vollmond im Wendekreis des Steinbocks, das letzte Viertel im Aequator;

c) am 23. September: Der Neumond im Aequator, das erste Viertel im Wendekreis des Steinbocks, der Vollmond im Aequator, das letzte Viertel im Wendekreis des Krebses;

d) am 21. December: Der Neumond im Wendekreis des Steinbocks, das erste Viertel im Aequator, der Vollmond im Wendekreis des Krebses, das letzte Viertel im Aequator.

Wir ersehen daraus, daß jede dieser 4 Lichterscheinungen sich nach einander in den 4 Jahreszeiten ereignet: im Aequator, im Wendekreis des Krebses, wieder im Aequator, endlich im Wendekreis des Steinbocks, hierauf wieder im Aequator, gerade wie die Sonne. Der Mond geht also alle 24 Stunden 50 Minuten auf und unter, und er bewegt sich zwischen den Wendekreisen *) auf beiden Seiten des Aequators hin und her.

15. Richten wir nun zuletzt unsre Aufmerksamkeit auf die Sterne, bei welchen der Mond zu stehen scheint, um zu erfahren, ob er bei denselben bleibt oder sie verläßt, so wollen wir wieder zur Zeit des Vollmondes anfangen!

Zwischen dem Durchgang eines aufgehenden Sterns durch den Meridian bis zum nächsten Durchgang verfließen, wie wir gesehen haben, 23 Stunden 56 Minuten, die Sonne braucht 24 Stunden, der Mond 24 Stunden 50 Minuten. Wenn ein im

---

*) Eine genauere Beobachtung zeigt, daß er sich 5 Grad mehr als $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator nord- und südwärts entfernt. Auf solche Genauigkeiten kommt es aber hier noch nicht an. Eben so ungenau ist es, wenn es heißt, daß der Mond alle 24 Stunden 50 Minuten **aufgeht**. So viel Zeit verfließt von einem Durchgang desselben durch den Meridian bis zum nächstfolgenden. Es kann sich ereignen, daß der Mond morgen nur 10 Minuten später aufgeht als heute, aber auch $\frac{7}{4}$ Stunden; ja es giebt Orte auf der Erde, welchen er zuweilen am folgenden Tag früher aufgeht als am vorhergehenden. Doch das gehört nicht weiter hieher. Also Vorsichtigkeit im Schließen!

Aequator stehender Stern jetzt aufgeht, so geht er nach 23 Stunden 56 Minuten wieder auf, der Mond aber geht, wenn er im Aequator steht, erst nach 24 Stunden 50 Minuten wieder auf. Daraus folgt schon, daß er morgen nicht mehr bei denselben Sternen stehen kann, bei welchen er heute stand, und mit denen er heute zugleich aufging. So zeigt es auch die Beobachtung schon in zwei auf einander folgenden Nächten; noch deutlicher, wenn die Beobachtung fortgesetzt wird. Er entfernt sich von dem Sternbild, in dem er heute steht, gegen Osten zu, fort und fort, bis er nach etwa 27 Tagen wieder in demselben Sternbilde gesehen wird.

16. Die Sternbilder, die er auf solche Weise von Westen gegen Osten binnen 27 Tagen durchschreitet und sie theilweise, so weit seine Scheibe reicht, bedeckt (folglich sind die Sterne weiter von uns entfernt als der Mond), bilden einen großen Gürtel am Himmelsgewölbe, einen größten Kreis, der an zweien Stellen den Aequator durchschneidet, so daß die eine Hälfte dieses Gürtels nord-, die andre südwärts vom Aequator liegt. Die Astronomen haben diesen Gürtel in 12 gleiche Theile getheilt, jeden Theil ein Zeichen genannt. In jedem steht ein Sternbild. Diese 12 Zeichen und Sternbilder (daß diese sich nicht decken, gehört noch nicht hieher) heißen: Widder, Stier, Zwillinge — Krebs, Löwe, Jungfrau — Waage, Skorpion, Schütze — Steinbock, Wassermann und Fische. Da jeder Kreis in 360° eingetheilt wird, so kommen 30° auf jedes dieser Sternbilder und Zeichen. Man nennt sie zusammen auch den Thierkreis (Zodiacus). Der Mond nun durchschreitet denselben in der angegebenen Ordnung der Zeichen: Widder, Stier u. s. w. bis Fische, aus welchem er wieder in das Zeichen des Widders tritt. Die 6 zuerst genannten Zeichen liegen nördlich, die 6 andern südlich vom Aequator, jene heißen daher auch die nördlichen, diese die südlichen Zeichen. Der Anfangspunkt des ersten Grades des Widders und der Anfangspunkt des ersten Grades der Waage liegen im Aequator. Ebenso liegen die Endpunkte der letzten Grade der Jungfrau und der Fische im Aequator.

17. Der Mond beschreibt also binnen 27 Tagen einen Kreis am Himmel um die Erde herum. Dieser Kreis schneidet den Aequator des Himmels unter einem Winkel von ungefähr $23\frac{1}{2}°$. Der Endpunkt des Zeichens der Zwillinge, welcher der Anfangspunkt des Zeichens des Krebses ist, liegt in Graden des Thierkreises 90° vom Aequator entfernt, aber in Graden des Meridians gemessen $23\frac{1}{2}°$. Ebenso ist der Endpunkt des Zeichens des Schützen, welcher zugleich der Anfangspunkt des Zeichens des Krebses ist, in Graden des Meridians $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator entfernt. Mondbahn (oder, wie wir sie hier schon nennen können, Ekliptik) und Aequator sind also 2 große Kreise, die sich unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}°$ durchschneiden, so daß die Durchschnittspunkte 180° von einander entfernt liegen, und jeder dieser Kreise auf beiden Seiten des andern liegt.

18. Der südlichste oder tiefste Punkt, vom Aequator aus gerechnet, welchen der Mond auf seiner Bahn erreicht, ist der Anfangspunkt des Zeichens des Steinbocks, der nördlichste oder höchste der Anfangspunkt des Krebses. Durch diese Punkte werden die Wendekreise parallel mit dem Aequator gelegt. Der Mond erreicht also bei jedem Umlauf in einem Monat den Wendecirkel des Steinbocks, erhebt sich von da gegen den Aequator zu, durchschneidet denselben nach etwa 7 Tagen, erhebt sich über denselben bis zum Zeichen des Krebses, berührt hier den Wendecirkel des Krebses, senkt sich nun dem Aequator wieder zu, durchschneidet denselben abermals, geht auf die Südseite desselben, sinkt immer tiefer, bis er nach Verlauf von 28 bis 29 Tagen abermals den Wendecirkel des Steinbocks erreicht, um sein Steigen nach dem Aequator wieder zu beginnen. Während dieser 29 Tage ist er 28mal im Osten des Horizonts auf-, im Westen desselben untergegangen. Er scheint also eine doppelte Bewegung zu haben, eine tägliche und eine monatliche. Jene von Osten nach Westen, diese von Westen nach Osten. Die erstere theilt er mit der Sonne und den Sternen, die andere ist ihm eigenthümlich.

4. Nochmals Beobachtungen und Bemerkungen an der Sonne.

1. Wir haben gesehen, daß der Mond zur Zeit des Vollmonds der Sonne gerade gegenüber steht, 180° von ihr entfernt, und daß er zur Zeit des Neumonds mit ihr in demselben Sternbilde zusammentrifft.

Merken wir uns das Sternbild, in welchem der Vollmond zur Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche steht, und beobachten wir den Stand des nächsten Vollmonds, so finden wir, daß derselbe im nächstfolgenden Sternbilde stattfindet, und so fort durch alle Sternbilder hindurch: Waage, Skorpion, Schütz u. s. w. Da nun der jedesmalige Neumond sich 6 Sternbilder davon ereignet, und der Mond zur Zeit des Neumonds bei der Sonne steht, so folgt daraus, daß nicht bloß der Mond, sondern auch die Sonne aus einem Sternbild in's andre rückt. Wenn heute im Widder Neumond eintritt, so findet der nächste Neumond im Stier statt. Während der Mond also alle 12 Sternbilder des Thierkreises durchschritten hat, ist die Sonne **ein** Sternbild weiter gerückt, und in diesem kommen Mond und Sonne scheinbar wieder zusammen. Die Bahn, welche der Mond in jedem Monat einmal durchschreitet, vollendet die Sonne während eines Jahres. Die Sonne bewegt sich also auch durch den Thierkreis, und zwar von Westen gegen Osten, in derselben Ordnung der Zeichen und Sternbilder, und die **Ekliptik**, der mitten durch den 20 Grad breiten Thierkreisgürtel gezogene Kreis, ist auch (und eigentlich) die scheinbare jährliche **Sonnenbahn**.

2. Am 21. März steht die Sonne im Aequator, und sie tritt an diesem Tage in das Zeichen des Widders, entfernt sich nördlich vom Aequator, durchschreitet während des Frühlings die Zeichen Widder, Stier, Zwillinge (die **Frühlingszeichen**), erreicht am 21. Juni, dem Tage des Sommeranfangs, eine Entfernung von $23\frac{1}{2}$° vom Aequator, indem sie den Wendekreis des Krebses berührt und in das Zeichen des Krebses tritt, bewegt

sich nun während des Sommers durch die drei Zeichen Krebs, Löwe und Jungfrau (die Sommerzeichen) absteigend dem Aequator wieder zu, erreicht denselben und zugleich den ersten Punkt der Waage am 23. September, geht unter denselben hinab, während des Herbstes durch die drei Zeichen Waage, Skorpion und Schütz (die Herbstzeichen), erreicht am 21. December ihren tiefsten Standpunkt, $23\frac{1}{2}°$ südlich vom Aequator, indem sie den Wendekreis des Steinbocks erreicht und in das Zeichen des Steinbocks tritt, den sie nebst Wassermann und Fischen (den Winterzeichen) in den drei Wintermonaten durchschreitet, bis sie am 21. März wieder im Aequator im Anfangspunkt des Widders erscheint, um den Kreislauf von Neuem zu beginnen. Der erste Punkt des Zeichens des Widders heißt der Punkt der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche (der Frühlings-Aequinoctialpunkt), der erste Punkt des Zeichens der Waage der Punkt der Herbst-Tag- und Nachtgleiche; beide liegen im Aequator. Der erste Punkt des Zeichens des Krebses heißt der Punkt der Sommer-Sonnenwende (der Sommer-Solstitialpunkt), der erste Punkt des Zeichens des Steinbocks der Punkt der Winter-Sonnenwende (der Winter-Solstitialpunkt). Jeder der beiden Solstitialpunkte liegt in Graden des Meridians $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator entfernt; ihre Entfernung von einander beträgt also in Graden des Meridians 2mal $23\frac{1}{2} = 47°$.

5. Beobachtungen an Sonne, Mond und Sternen. (Zusammenfassung.)

1. Wir wissen nun Folgendes: Alle Himmelskörper: Sonne, Mond und Sterne, haben eine gemeinschaftliche tägliche Bewegung um die Erde herum, von Osten gegen Westen. Jeder sichtbare Himmelskörper beschreibt entweder einen ganzen Kreis, oder einen Theil eines Kreises über dem Horizont, welche sämmtlich mit dem durch den Ost- und Westpunkt gehenden, 38° über den Horizont sich erhebenden, größten aller dieser Kreise (dem Aequator) parallel laufen.

An dieser allgemeinen Bewegung nehmen alle ohne Ausnahme Theil, und im Durchschnitt legt jeder Körper seinen Weg, der am sichersten vom Meridian bis wieder zum Meridian bestimmt wird, in 24 Stunden oder einem Tage zurück. Natürlich ist aber die scheinbare Geschwindigkeit, da ihre Bahnen sehr verschieden sind, sehr ungleich. Je weiter vom Aequator entfernt, desto langsamer bis zum Nordpole, welcher ruht.

2. Die Fixsterne haben nur diese tägliche Bewegung. Nicht so Sonne und Mond. Während ein Fixstern täglich seine Bahn in 23 Stunden 56 Minuten vollendet, braucht die Sonne 24 Stunden, der Mond 24 Stunden 50 Minuten dazu. Sonne und Mond bleiben also zurück, oder sie haben eine der täglichen Bewegung, die von Osten gen Westen geht, entgegengesetzte, von Westen gegen Osten, und zwar hat der Mond eine schnellere als die Sonne. Da sie ungefähr in derselben Bahn laufen, in der Ekliptik, durch den Thierkreis hindurch, so verhält sich die Geschwindigkeit der Sonne zu der des Mondes $=4:50=1:12\frac{1}{2}$, d. h. die scheinbare Bewegung des Mondes ist $12\frac{1}{2}$mal so schnell als die der Sonne. Während die Sonne ein Zeichen des Thierkreises durchwandert hat, schreitet der Mond durch alle 12 hindurch, und noch durch einen Theil des folgenden. Beides geschieht im Durchschnitt in 30 Tagen. Und während die Sonne alle 12 Zeichen durchwandert, macht der Mond seinen Umlauf mehr als 12mal. Beides während eines Jahres. Jedes Jahr haben wir also 12mal Vollmond, 12mal Neumond und noch etwas darüber.

Wir wissen schon, daß die Abwechselung der Lichtgestalten des Mondes von seiner Stellung gegen die Sonne abhängt. Ihr gerade gegenüber, oder 6 Zeichen $=180°$ von ihr entfernt, ist Vollmond; mit ihr zusammentreffend, ist Neumond; 3 Zeichen $=90°$ von ihr entfernt, ist erstes und letztes Viertel.

3. Merken wir auf die Zeit, welche verfließt von dem Stande des Mondes in einem Zeichen bis wieder zu demselben Standpunkte, nachdem er durch den ganzen Thierkreis gewandert ist, so finden wir, daß es 27 Tage 8 Stunden (genauer 27 Tage

7 Stunden 43 Minuten) sind. Diese Zeit nennt man einen **periodischen Monat**. In derselben macht er wirklich einen vollen Umlauf. Weil während dieser Zeit die Sonne nicht still gestanden, sondern beinahe ein ganzes Zeichen zurückgelegt hat, so erscheint der Mond noch nicht wieder genau in derselben Lichtgestalt; denn wir haben gesehen, daß diese von seiner Stellung gegen die Sonne abhängt. Erschien der Mond z. B. vor 27 Tagen 8 Stunden als letztes Viertel, und war 90° von der Sonne entfernt, so muß er nun noch einige Tage laufen, ehe er wieder dieselbe Stellung zur Sonne hat und als letztes Viertel erscheint. Von einer Lichtphase des Mondes bis zu derselben Lichtphase, vom letzten Viertel bis wieder zum letzten Viertel, vom Neumond bis zum nächsten Neumond u. s. w. verfließen also mehr als 27 Tage 8 Stunden, und zwar 29 Tage 12 Stunden, also 2 Tage 4 Stunden mehr. Diese 29 Tage 12 Stunden (genauer 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten) nennt man den **synodischen Monat**.

Da der Mond in $27\frac{1}{3}$ Tagen seinen periodischen Umlauf vollendet, so verweilt er etwas länger als 2 Tage in einem Zeichen, und er legt in 24 Stunden etwa $\frac{360^\circ}{27\frac{1}{3}} = 13^\circ$, die Sonne aber in dieser Zeit etwa $\frac{360^\circ}{365} = 1^\circ$ zurück.

4. Sonne und Mond verweilen immer in demselben Gürtel oder derselben Zone des Himmelsgewölbes, innerhalb derselben 12 Sternbilder und Zeichen des Thierkreises, den man (aus Gründen, die später erkannt werden) in Bogen des Meridians 20° breit annimmt. Legt man mitten hindurch einen Kreis, der also von den Rändern des Gürtels überall 10° entfernt ist, so hat man die Bahn, welche der Mittelpunkt der Sonne beschreibt, die sogenannte **Ekliptik**, die mit dem Aequator den bekannten Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$ macht. Des Mondes Bahn liegt auch in dem Thierkreis. Fällt sie **genau** in die Sonnenbahn, in die Ekliptik, mit ihr zusammen? Die Antwort auf diese Frage erhellet aus dieser kurzen Betrachtung:

Wenn sich 2 Körper, zwei Scheiben (Sonne und Mond erscheinen als Scheiben) mit ihren Mittelpunkten auf derselben Kreislinie bewegen, und die eine schneller ist als die andre, so müssen sie entweder zusammenstoßen oder eine muß die andre (scheinbar) bedecken, und zwar so oft, als die schnellere an der langsameren vorbeigeht. Das Erste müßte der Fall sein, wenn sie von dem Beobachter gleiche, das Zweite, wenn sie ungleiche Entfernung haben, und zwar so, daß die nähere (schnellere) vor der entfernteren vorbeigeht oder sie scheinbar bedeckt. Jenes ist bei Sonne und Mond niemals der Fall; dieses aber ereignet sich wirklich zuweilen, und zwar geht der Mond vor der Sonnenscheibe her, bedeckt sie, wenn auch nur zum Theil, macht eine sogenannte Sonnenfinsterniß. Lägen Mond- und Sonnenbahn in derselben Ebene, so müßte sich, da der Neumond in jedem Monat bei der Sonne vorbeigeht, auch in jedem Monat, genau zur Zeit des Neumonds, eine Sonnenfinsterniß ereignen. Da dieses nicht der Fall ist, aber doch zuweilen, und wir schon wissen, daß der Mond sich niemals aus dem 20° breiten Thierkreise entfernt, so folgt, daß seine Bahn zwar nicht genau mit der Ekliptik zusammenfällt, aber doch nur einen kleinen Winkel mit ihr macht. Dieser Winkel beträgt 5 Grad. Nur so viel kann sich der Mond von der Ekliptik entfernen.

Natürlich liegt die eine Hälfte der Mondbahn nördlich, die andre Hälfte südlich von der Ekliptik, und beide schneiden einander in 2 Punkten, Knoten genannt. Der aufsteigende Knoten liegt da, wo der Mond die Sonnenbahn auf seinem Laufe nordwärts durchschneidet; wo es südwärts geschieht, da liegt der absteigende Knoten. (Jener heißt auch im Kalender Drachenkopf, dieser Drachenschwanz.) Da der Mond scheinbar die Sonne bedeckt und der Mond nicht jenseits der Sonne verschwindet, so muß der Mond (wenigstens dann, wenn eine Sonnenfinsterniß eintritt) uns näher sein als die Sonne. Der Mond läuft zwischen Erde und Sonne. Fällt nun einer der Knoten in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde, so entsteht eine Sonnenfinsterniß, und zwar, wenn der Mittelpunkt des Mondes

durch die gerade Linie zwischen unserm Standpunkt und dem Mittelpunkt der Sonne geht, eine **centrale** (**totale** oder **ringförmige**); ist dieses nicht genau der Fall, eine **theilweise** oder **partiale** Sonnenfinsterniß. Nur unter diesen Bedingungen, nur zur Zeit des Neumondes, kann sich eine sogenannte Sonnenfinsterniß ereignen. Wir sehen dann eine dunkle Scheibe vor der Sonnenscheibe von rechts nach links oder von Westen gegen Osten vorbeiziehen; der Erde wird ein Theil des Sonnenlichts entzogen, es wird auf der Erde dunkel; wir sollten also nicht von Sonnen-, sondern von **Erdverfinsterung** (Erdfinsterniß) reden.

Es giebt, wie die Leser schon wissen, auch **Mondsverfinsterungen**. Sie treten nur zur Zeit des Vollmondes ein. Wir sehen dann einen runden Schatten über die helle Mondscheibe ziehen. Was für eine Bewandniß es mit ihnen hat, wird in der Folge klar werden.

Der Lehrer geht zu der früher gebrauchten Vorrichtung an der runden Tischfläche mit Reifen zurück. Nachdem für den Meridian, den Aequator und die Wendekreise die Reifen angebracht sind, wird ein vierter zwischen die letzteren so gelegt, daß er jeden in einem Punkte berührt und den Aequator in zwei Punkten durchschneidet. Dieser Kreis stellt die Ekliptik vor, folglich die Bahn, in welcher die Sonne sich bewegt und mit der die Mondbahn auch beinahe zusammenfällt. An ihr veranschaulicht man den scheinbaren Jahreslauf der Sonne. Man läßt eine kleine Kugel durch die Theile derselben hindurchschreiten. Den Mond mag eine andre, kleinere Kugel vorstellen, die man ebenfalls mit der Hand in kleinerer Entfernung von der Erde in schnellere Bewegung setzt.

Mit diesen Bewegungen muß man, damit die Vorstellung eine richtige werde, die tägliche Bewegung der Himmelskugel, folglich aller Kreise von Osten nach Westen, in Verbindung setzen. Dabei ist die Vorstellung streng festzuhalten, daß jeder Punkt des Himmelsgewölbes einen Bogen beschreibt, der mit dem Aequator parallel liegt. Dieses ist besonders wichtig in Betreff der schiefen Lage der Ekliptik. Anfänger bewegen den sie darstellenden Reifen immer **in sich selbst** fort, wodurch dann eine ganz falsche Vorstellung entsteht. Soll sie richtig werden, so muß man die Reifen an einander befestigen und nun die verbundenen um die Tischebene umschwingen lassen. Dadurch wird eine Vorstellung klar, welche Vielen fehlt, aber zur Auffassung der scheinbaren täglichen Bewegungen des Himmelsgewölbes und der verschiedenen Anschauungen, welche der Sternenhimmel in den verschiedenen Jahreszeiten darbietet, unentbehrlich ist.

Da, wo der Reif der Ekliptik den Reif des Aequators durchschneidet,

liegen die Aequinoctialpunkte, die Anfangspunkte des Widders und der Waage, das Zeichen des Widders nördlich, das der Waage südlich vom Aequator. Da, wo der Reif der Ekliptik die Reifen der Wendekreise berührt, liegen die Solstitialpunkte, die Anfangspunkte der Zeichen des Krebses und des Steinbocks. Man zeigt sie und macht die 12 Zeichen anschaulich.

Hierauf setzt man die vier, den Aequator, die Wendekreise und die Ekliptik vorstellenden, fest verbundenen Reifen in Rotation von Osten gegen Westen. Die Zuschauer bemerken auf's Deutlichste die tägliche Bewegung der Körper, welche in dem einen oder andern Kreise stehen, die Orte ihres Auf- und Niedergangs, die Höhe, die sie im Meridian erreichen, dann besonders den wichtigen Umstand, daß die Lage der Wendecirkel und des Aequators gegen die Tischebene immer dieselbe bleibt, während die Ekliptik ihre Lage gegen dieselbe jeden Augenblick ändert. Diese Vorstellung ist sehr wichtig. Darum verweile man bei ihr!

Man bringt den Frühlings-Aequinoctialpunkt im Osten in den Horizont. Er durchschneidet diesen genau im Ostpunkt. Folglich geht die Sonne, wenn der Frühling beginnt, im Ostpunkte auf, läuft durch den Aequator und geht im Westpunkte unter.

Wo ist sie am nächsten Tage, wo liegt nun ihr Auf-, ihr Untergangspunkt; welchen Bogen macht sie am Himmel und so fort durch alle Jahreszeiten hindurch? Wem bis dahin die Sache nicht klar wurde, dem muß sie nun klar werden.

Daß die Hälfte der Ekliptik immer über dem Horizont liegt, wissen die Schüler schon. Aber welcher Theil, immer derselbe, immer ein andrer, welcher an einem bestimmten Tage? das wissen sie nicht.

Soll die Vorstellung davon in ihnen so entstehen, wie sie in den Beobachtern des Himmels entstanden ist, so muß der Lehrer nicht nur den sichtbaren Himmel genau kennen, sondern auch die Schüler in den verschiedenen Jahreszeiten des Abends und Nachts zu Beobachtungen veranlassen. Wir wissen Alle: in Privatverhältnissen ist das möglich, aber die Schulverhältnisse werden das nur selten erlauben. Folglich Belehrung an der Vorrichtung! Was die Schüler hier geschaut und begriffen haben, mögen sie auf den Himmel überzutragen versuchen. Die Anhaltpunkte haben sie an früheren Beobachtungen am Tage, die wir verlangen müssen, weil ihnen keine Schwierigkeiten entgegen stehen, und durch den bisherigen Unterricht gewonnen. Bald so, bald so! Also verlangt es auch der Unterricht: Verschiedenheit, Abwechselung! Geistbildend und sachgemäß immer; aber auch den bestehenden äußeren Verhältnissen gemäß!

Also, wir bringen den Frühlings-Aequinoctialpunkt in den Aufgangspunkt; welcher Theil der Ekliptik liegt nun, in diesem Augenblick, über dem Horizont?

Die Schüler sehen es mit leiblichen Augen, und es bedürfte für die mit etwas Phantasie begabten auch nur einiger Bemühung, um sich die Sache so, wie sie ist, vorzustellen, ohne äußere Vorrichtung: Der südliche Theil der Ekliptik liegt über dem Horizont, vom Untergangspunkt

aus die Zeichen: Waage, Skorpion, Schütz, Steinbock, Wassermann und Fische. Der erste Punkt des Steinbocks culminirt, die 3 letzten liegen östlich, die 3 ersten westlich vom Meridian.

Nun denken wir uns für denselben Tag der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche die Mittagszeit 12 Uhr. Wo steht jetzt die Sonne? Wo liegt der Frühlings-Aequinoctialpunkt? Welcher Theil der Ekliptik befindet sich nun über dem Horizont? Antwort: Der Frühlingsäquinoctialpunkt culminirt, vom Meridian aus liegen über dem Horizont, ostwärts: Widder, Stier, Zwillinge, westwärts: Fische, Wassermann, Steinbock, also vom Westen gegen Osten: Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier, Zwillinge, aber nicht parallel mit dem Aequator, sondern denselben in der Richtung von West-Südwest nach Ost-Nordost durchschneidend.

Abends 6 Uhr an demselben Tage: Im Untergangspunkt, genau im Westen, liegt der erste Punkt des Widders, genau im Ostpunkt der erste Punkt der Waage, und über dem Horizont von Westen gegen Osten, auf der nördlichen Seite des Aequators: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau. Der erste Punkt des Krebses culminirt in einer Höhe von $38+23\frac{1}{2}^{\circ}=61\frac{1}{2}^{\circ}$. Mitternachts 12 Uhr an demselben Tage: im Westen geht der erste Punkt des Krebses unter, im Osten (nur nicht im Ostpunkte) will der Steinbock aufgehen. Ueber dem Horizont liegen von West-Nordwest aus nach Ost-Südost, den Aequator im Meridian durchschneidend: Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze. Wiederholt! — Entwerfet eine Zeichnung über die 4 Hauptbogen der Ekliptik am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr! Z. B. Fig. 5. NWSON Horizont, NZS Meridian, Z Zenith, WAO Aequator; Lage des über dem Horizont befindlichen Theils der Ekliptik am 21. März: a) Morgens 6 Uhr: WGO;
b) Mittags 12 Uhr: CAK;
c) Abends 6 Uhr: WLO;
d) Mitternachts 12 Uhr: RAB.

Fragen: Was bedeuten in der Figur die einzelnen Buchstaben? die einzelnen Linien, die gerade und die gebogenen? wie viel Grade beträgt SG, SA, SL, SZ, SN? Wo liegt der Anfangspunkt des Widders an dem genannten Tage Morgens um 6 Uhr? Mittags um 12? Abends um 6? Mitternachts um 12? u. s. w.

Wo liegen an demselben Tage die 3 Zeichen: Waage, Skorpion, Schütz Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr? u. s. w. Ist Bogen CA=AK, RA=AB? (?) Die Beantwortung dieser Frage führt auf einen neuen Satz, der einige der obigen Sätze berichtigt. (Wir überlassen ihn dem Nachdenken der Leser. Man muß nicht Alles sagen.)

In dieser Weise gehe man die Sache durch für die 4 Tageszeiten Morgen, Mittag, Abend, Mitternacht an den 4 Tagen, mit welchen die Jahreszeiten anfangen, und lasse Alles durch Zeichnungen darstellen. Das fruchtet! So betrieben ist die mathematische Geographie, nach unserm Bedünken, nicht bloß eins der ersten Mittel zur Stärkung des Verstandes, sondern auch

zur Weckung der Einbildungskraft — nicht bloß eine Doctrin, sondern eine Disciplin!

Richten wir unsre Aufmerksamkeit längere Zeit auf die Sternbilder des Thierkreises, so werden wir leicht einige Sterne bemerken, welche ihre Stelle gegen die, bei denen sie zu stehen scheinen, verändern. Daß sie an der täglichen Bewegung des ganzen Himmelsgewölbes Antheil nehmen, versteht sich von selbst. Aber sie haben noch eine eigene Bewegung, sind folglich keine Fixsterne. Die ihnen eigene Bewegung geschieht nicht gleichmäßig; bald laufen sie schneller, bald langsamer, bald scheinen sie still zu stehen. Die Richtung, die sie haben, ist im Allgemeinen die bekannte Reihe der Sternbilder und Zeichen des Thierkreises, von Westen gegen Osten; aber sie gehen zuweilen auch aus einem folgenden in ein vorhergehendes. Man sagt daher: ihre Bewegung ist bald recht-, bald rückläufig. Man nennt diese Sterne Planeten.

Sie glänzen in eigenthümlichem Lichte. Bald stehen sie in der Nähe der Sonne, bald ihr gegenüber. Einige haben die letztere Stellung niemals. Jedermann kennt bereits die Venus, den herrlichen Stern, der bald als Morgen-, bald als Abendstern (Lucifer, Hesperus) erscheint. Nur ist er nicht an demselben Tage das Eine und das Andere. Zu den schönsten Planeten gehören auch der Jupiter, der Saturn und der Mars. In der Folge werden wir mehr von ihnen sagen. Hier bemerken wir als Hauptsache: sie bewegen sich durch den Thierkreis von Abend gegen Morgen.

Endlich erwähnen wir noch mit ein paar Worten der Kometen, ihrer Absonderlichkeit wegen, nicht bloß in Betreff ihrer äußeren Erscheinung und Seltsamkeit überhaupt, sondern auch ihres ungewöhnlichen Laufes. Sie binden sich an keine Regel. Sie kommen und gehen, man weiß zum Voraus nicht woher, nicht wohin. Sonne, Mond und Planeten bleiben regelmäßig und ordentlich innerhalb des Thierkreises, nicht so die Kometen. Sie bewegen sich zwar, so lange sie sichtbar sind, alle Tage in einer Kreisbahn von Morgen gegen Abend, aber im Uebrigen macht es jeder anders. Der durchwandert den Himmel oder einen Theil desselben von Morgen gegen Abend, ein andrer umgekehrt, ein dritter kommt von Norden u. s. w., kurz jeder hat seine aparte Weise. Es sind seltsame Wesen. Ungewöhnliches ereignet sich auch in der Natur. Die Haupterscheinungen gehen ihren regelmäßigen Gang; andre, weniger wichtige, weichen von der Ordnung ab. Aber auch sie werden wohl ihre Regel befolgen, die man entdeckt, wenn man recht zusieht. Man lernt nicht Alles auf einmal. Es hat der Jahrhunderte, ja der Jahrtausende bedurft, ehe die Menschen den Dingen auf die Spur gekommen sind. Was wir bis jetzt (nach dem bisherigen Unterricht) von dem Himmel wissen, wußten die Alten schon vor Jahrtausenden. Heut zu Tage weiß man noch Einiges dazu, Anderes ist auch den besten Kennern jetzt noch verborgen. Um jenes Einige müssen auch wir uns noch bemühen. Hoffentlich dünkt uns das Streben keine Last, sondern Lust. Doch vorher müssen wir noch einige Fragen thun, um uns zu vergewissern, daß das Bisherige festsitzt.

Fragen und Aufgaben.

1) In welcher Ordnung folgen die verschiedenen Gestalten (Lichtphasen) des Mondes auf einander? Wo, d. h. an welchem Theile des Himmels und wann wird er gesehen als zunehmende Sichel? als erstes Viertel? als Vollmond? als letztes Viertel? als abnehmende Sichel? Wann wird er gar nicht gesehen? In welcher Lichtgestalt sieht man ihn Morgens nach Sonnenaufgang am Himmel? Wie viel Grad ist er von der Sonne entfernt als Neumond? erstes Viertel? Vollmond? letztes Viertel?

2) Geht er immer in denselben Punkten des Horizontes auf? Zu welchen Zeiten im Ost- und Westpunkt? Erreicht er culminirend immer dieselbe Höhe im Meridian? In welcher Jahreszeit erreicht er als Vollmond die größte, die kleinste, die mittlere Höhe?

3) In welcher Ordnung durchschreitet er die Sternbilder des Thierkreises? Wie lange verweilt er in einem Zeichen oder Sternbild? Geht er täglich zu derselben Zeit auf? Wie viel später geht er morgen auf als ein Fixstern, mit dem er heute an derselben Stelle zugleich aufging? Woher rühren diese Erscheinungen? Fällt seine Bahn mit der scheinbaren Sonnenbahn zusammen? Hat er eine einfache oder eine doppelte Bewegung in Bezug auf die Fixsterne? die Sonne? die Erde?

4) Welche Zeit verfließt während eines Laufes des Mondes durch den Thierkreis? wie viel Tage von einem Vollmond bis zum nächsten? Wie nennt man diese zwei Perioden und wie groß ist ihr Unterschied? Woher rührt dieser Unterschied? Wenn am 10. April eines Jahres der Vollmond in dem Zeichen der Waage steht, wann ist der nächste Vollmond und in welchem Zeichen steht er dann?

5) Was für Verfinsterungen ereignen sich an Sonne und Mond? Mit welcher Lichtgestalt des Mondes trifft eine Sonnen-, mit welcher eine Mondfinsterniß zusammen? Wo steht der Mond in beiden? Was folgt aus dem Einen in Betreff der Entfernung des Mondes von der Erde, mit der Entfernung der Sonne von der Erde verglichen? Warum haben wir nicht in jedem Monat Verfinsterungen? In welchen Punkten der Mondbahn ereignen sie sich nur? Warum ist nicht jede Sonnenfinsterniß eine centrale? Von welcher Seite her tritt bei einer Sonnenfinsterniß der Mond vor die Sonne?

6) Der wie vielste Theil der Ekliptik liegt immer über dem Horizont? immer derselbe Theil? Welche Zeichen befinden sich über dem Horizont Morgens bei Sonnenaufgang: am 21. März? am 21. Juni? am 23. September? am 21. December? Welche Zeichen liegen unter dem Horizont im Augenblicke des Aufgangs des Vollmonds, wenn derselbe sich im Anfangspunkt des Zeichens des Widders, des Krebses, der Waage, des Steinbocks ereignet?

7) Welche Lage hat die Ekliptik gegen den Aequator? Welche Lage die Mondbahn? Welche Bahn durchläuft jeder Theil der Ekliptik innerhalb 24 Stunden? Ist die Lage der Ekliptik gegen den Horizont in mehreren,

auf einander folgenden Stunden dieselbe? Welches sind ihre Hauptlagen gegen den Horizont innerhalb 24 Stunden? Zu welcher Tageszeit liegt am 21. März der südliche, wann der nördliche, wann die aufsteigenden, wann die niedersteigenden Zeichen über dem Horizont? Beantworte dieselben Fragen für den 21. Juni, 23. September und 21. December!

8) Was für Himmelskörper werden außer Sonne und Mond und Fixsternen noch am Himmel gesehen? In welchem Gebiet des Himmels erscheinen die Planeten? die Kometen? In welchen Stücken ist die Bewegung der Planeten der des Mondes und der Sonne gleich, wie unterscheidet sie sich von dieser? Wann und wo wird die Venus als Morgenstern, wann und wo als Abendstern gesehen? Steht sie jemals der Sonne gegenüber? Die Kometen heißen Haar- oder Schweifsterne. Warum? Sind es Unglückspropheten?

III. Ueberlegung.

Wir haben bisher die allgemeinen Erscheinungen des Himmels betrachtet. Erscheinungen, d. h. Begebenheiten, die sich ereignen, die nicht ewig sind, sondern werden, und sich auf das Aeußere der Dinge beziehen. Das Wort Erscheinung stammt her von erscheinen, scheinen und Schein. Was ein Schein ist und scheint, gehört zu den Eigenschaften an der Oberfläche der Dinge. Der Schein kann einen tieferen Grund haben in dem Innern eines Dinges, kann aber auch bloß dem Aeußeren angehören. Nicht selten ist der Schein täuschend. „Der Schein trügt,“ sagt das Sprichwort. Doch nein, der Schein an sich täuscht und trügt nicht, wir täuschen uns selbst. Wir ziehen aus dem Aeußeren falsche Schlüsse. Daran ist der Schein selbst, wenigstens oft, sehr unschuldig. Die Natur macht gar keinen falschen Schein. Nur der Mensch hat die unglückliche Fähigkeit, falschen Schein zu machen und Andre absichtlich zu täuschen. Die Natur täuscht nicht und berückt nicht. Allen Erscheinungen in ihr liegt Wahrheit, ein wirkliches Sein zu Grund. Daß wir selbst uns in ihr nicht selten täuschen, liegt nicht an

ihr. Sie ist durch und durch wahr in ihrem ganzen Sein, im äußeren wie im inneren. „Nichts ist Innen, nichts ist Außen," sagt Göthe. Auch das, was wir Schein in der Natur nennen, ist nur Wahrheit. Daß wir, langsam uns auf einem Kahn fortbewegend, meinen, wir ruheten und das Ufer bewege sich, was kann das Ufer dafür? Was es zeigt, ist vollkommen der Wahrheit gemäß. Und wenn wir, an einem Walde auf einem Dampfwagen schnell vorbeifahrend, die Bäume an uns vorbeischießen, die hinter einander stehenden sich kreuzen und in mannigfaltigem Gewimmel durch einander fahren sehen: so hat das Alles seinen guten Grund, ist in der Natur der Dinge vollkommen begründet. Wir brauchen nur verständig nachzudenken, um zu erfahren, wie die Sachen stehen, die Dinge sind. An uns also liegt es, wenn wir falsch urtheilen. Die Natur ist daran ganz unschuldig. Ihr Aeußeres entspricht allenthalben vollkommen ihrem Innern. „Die Natur ist redlich," sagt einer ihrer tiefsten Kenner, Alexander von Humboldt. „Die Welt," fügt er hinzu, „ist vollkommen überall, wohin der Mensch nicht kommt mit seiner Qual."

Der seiner besseren Natur treu gebliebene Mensch hat eine unüberwindliche Sehnsucht nach der Wahrheit; er möchte, wie man zu sagen pflegt, überall gern hinter die Wahrheit kommen. Nirgends befriedigt ihn das Aeußere der Dinge. Darum und durch Erfahrung belehrt, daß hinter dem Aeußeren derselben oft Etwas verborgen ist, was sich an der Oberfläche nicht zeigt; belehrt, daß Manches anders ist, als es dem oberflächlichen Blicke scheint: fragt er mit Recht auch, ob die Erscheinungen in der Natur sich ihm so zeigen, wie die Dinge an sich sind, oder ob sein Zustand, sein Standpunkt und seine Lage ihn vielleicht zu falschen Schlüssen verleiten. Fragen führen zur Wahrheit, sie sind der Weg zur Wahrheit. Nur der geweckte Mensch fragt. Sie setzen Neu- und Wißbegier, entstandene Zweifel voraus. Der Zweifel ist das Mittel, zur Wahrheit zu gelangen. Darum bedarf es keiner weiteren Rechtfertigung, wenn auch wir in Betreff der Erscheinungen am Himmel Fragen stellen, die Hauptfrage: Sind die Dinge am Himmel so, wie wir sie sehen? Ereignen

sich die Bewegungen wirklich so, wie sie uns erscheinen? Machen sämmtliche Lichter am Himmel, „das große Licht, das den Tag regiert, und das kleine, das die Nacht regiert, dazu die Sterne," in der That alle 24 Stunden eine große Umwälzung um uns herum? Die Sonne, wie steht es mit ihr? Und wie mit dem Monde? Haben beide eine, ihnen eigenthümliche, der allgemeinen Bewegung von Morgen gegen Abend entgegengesetzte von Abend gegen Morgen? Es wäre ja möglich, daß alles dieses nur schiene, möglich, daß alle diese Bewegungen nur scheinbar statt hätten, möglich, daß die eine der beiden letzteren sich wirklich, die andre nur scheinbar ereignete.

Solche und ähnliche Fragen und Bedenken haben die Menschen in sich erwogen, sobald sie anfingen, zu denken; sie sind Jahrtausende alt, so alt wie das Menschengeschlecht. Denkende Wesen beschäftigen sich mit der Untersuchung der Dinge. Wir müssen es, statt es für einen Mangel oder gar für ein Unglück zu erachten, daß der Mensch solche Fragen stellt, für einen Vorzug seines Wesens und seiner Bestimmung erachten. An der Oberfläche haftet nicht die Wahrheit; er sollte sie *suchen*, *erforschen*. Nur der ganz im Aeußeren befangene, sinnlich-rohe Mensch nimmt die Dinge so, wie sie sich seinen Sinnen darstellen. Der Verständige geht über die äußere Erscheinung hinaus, er dringt durch die Schaale zu dem Kern. Und wenn es auch wahr bleibt, daß „in's (ganze, volle) Innere der Natur kein erschaffener Geist dringt," so dringt er doch an der Hand der Erfahrung und des Nachdenkens in den Vorhof der Wahrheit. Jenseits wird sich ihm dereinst das eigentliche Heiligthum der Wahrheit erschließen. Dazu aber muß er sich diesseits vorbereiten und reif machen. Die Werke des unendlichen Schöpfers sind zu groß und erhaben, als daß deren Kenntniß und Erkenntniß in dem kurzen Zeitraum eines Menschenlebens und mit seiner endlichen Kraft sich erschöpfen ließe. Die vereinigten Bemühungen aller großen Geister, die bis jetzt gelebt, haben dazu nicht hingereicht. Aber Vieles haben sie erforscht. Dieses kennen zu lernen, das *Wesentliche* ihrer Forschungen uns anzueignen, es ist ein

reizendes Verlangen, wir können ihm nicht widerstehen. Auf denn, laßt uns darüber nachdenken, wie die Erscheinungen, die wir kennen, sich ereignen. Laßt uns die Fragen beantworten, die sich uns aufdrängen!

Wir müssen ihnen etwas näher rücken. Gerechte Zweifel steigen in uns auf.

Die Erde, unser Wohnort, ist ein Körper von nicht unermeßlichem Umfange. Eigenthümliches Licht fehlt ihr, sie ist dunkel. Ihr Boden erzeugt des Guten unendlich viel, aber nicht allein aus eigner Kraft. Das Beste muß sie von oben empfangen. Was wäre sie ohne die große Wohlthäterin und Lebenweckerin, die Sonne, ohne ihr Licht, ohne die Wärme? Wenn die Sonne nicht den Frühling wieder heraufführte, dieser die kalte Erde nicht wieder besuchte, ihr Eis nicht aufthaute und neues Leben schaffte, was würde aus ihr, was aus allen Geschlechtern der Menschen und Thiere werden! Sollte die große, herrliche Sonne sich wirklich um sie herumwälzen, in doppelter Bewegung? Das Glänzende, Große, Herrliche um das Dunkle, Kleine? Ein gerechter Zweifel steigt in uns auf.

Diese und andre Fragen sind nicht zu beantworten, wenn wir die Natur, Gestalt und Größe unsrer Erde nicht kennen. Wie die Selbsterkenntniß uns über uns selbst die Augen öffnet, daß wir wissen, was und wie wir sind, und wir nun auch das Aeußere richtig beurtheilen, so ist die Kenntniß unsres Wohnortes der Schlüssel zur Wahrheit der Natur. Darauf müssen wir also zunächst sinnen.

Aber unser Leben ist kurz, schwach unsre Kraft. Wir würden nicht weit kommen, wollten wir nur uns selbst hören. Wir sehnen uns daher nach der Belehrung durch die Weisen aller Zeiten, die vor uns gelebt haben. Die Erforschung der ganzen Wahrheit ist nicht die Aufgabe des einzelnen Menschen, sondern des ganzen Geschlechts. Was unsre Vorfahren an's Licht gefördert, eignen wir es uns an; horchen wir darum ihrer Belehrung! Dies ist fortan unser Geschäft.

Im Nachfolgenden geben wir Resultate des Nachdenkens der

Naturforscher und Astronomen. Unser eignes Nachdenken wird dabei in Anspruch genommen. Ohne Anstrengung haben jene die Wahrheit nicht gefunden; ohne Anstrengung fällt sie auch uns nicht zu. Diese Gewißheit schlägt uns nicht nieder, sie erhebt und kräftigt uns. Ohne Zögern gehen wir daher an das heitere Geschäft! Wir denken mit Lessing: wenn Du mir in der einen Hand die fertige Wahrheit, in der andern das Streben danach darbötest, und mir die Wahl bliebe, ich wählte die andre; denn die absolute Wahrheit ist ja doch nur allein für Dich.

IV. Erklärungen.

---

1. Die Gestalt der Erde.

Die Erde, von der wir überall nur einen kleinen Theil der Oberfläche übersehen — je höher wir stehen, desto mehr — scheint eine Scheibe zu sein, auf dem Lande mit kleineren oder größeren Erhebungen und Ungleichheiten bedeckt, auf dem Meere an ruhigen Tagen eine spiegelglatte, vollkommne Scheibe. Die Alten hielten sie, dem Augenscheine folgend, wirklich für eine Scheibe, die auf unbekannten Unterlagen ruhe. Eine Zeit lang glaubte man, der Mittelpunkt der Scheibenoberfläche sei Delphi, wo die Pythia weissagete. Um diese Scheibe herum floß nach der Ansicht der Zeitgenossen Homer's der Ocean, aus welchem die Sonne des Morgens am östlichen Himmel auftauche, um Abends am westlichen Himmel sich in denselben wieder zu versenken. Ist es so?

Beobachtungen, Erfahrungen und Schlüsse daraus.

1ste Erfahrung. Nähert sich ein Schiff, mit Mastbaum und Segeln versehen, von fern her einer Küste, auf der ein Beobachter steht, so erblickt er das Schiff nicht auf einmal, sondern

zuerst die Spitze des Mastes, und erst allmählig, wenn das Schiff näher gekommen, sieht er die mittleren, zuletzt die unteren Theile des Mastes, am allerletzten das Schiff selbst. Warum erscheint nicht das ganze Schiff dem Auge zu gleicher Zeit?

Eine ähnliche Wahrnehmung macht der Pilot auf dem Schiffe, wenn sein Blick auf entfernte Inseln oder auf das Festland, mit Bergen und Thürmen bedeckt, gerichtet ist. Zuerst erscheinen ihm die Spitzen der Gegenstände; allmählig, wenn er sich ihnen mehr und mehr nähert, kommen auch die tiefer liegenden Theile herauf.

Schluß. Diese Thatsachen wären unmöglich, wenn die Erdoberfläche wirklich eine flache Scheibe wäre. Man müßte dann alle Theile eines erscheinenden Gegenstandes zugleich sehen. Folglich kann die Erdoberfläche nicht eben, sie muß gekrümmt sein.

Fig. 6. In c befinde sich ein Mensch, seine Höhe sei cd; in a erscheint ein Schiff, er sieht davon zuerst den Punkt b, die gerade Linie db berührt in e die Erdoberfläche. Erst wenn das Schiff näher an e herangekommen ist, erblickt man von d aus andre, tiefer liegende Theile des Schiffes, und wenn es in e angekommen ist, sieht man es ganz.

Dasselbe gilt für einen Matrosen, der vom Mastkorbe in b nach e hin blickt. Zuerst erscheint ihm der Gipfel f eines Berges; nach und nach sieht er die tiefer liegenden Theile desselben.

Die Annahme einer allenthalben gekrümmten Gestalt der Erdoberfläche erklärt die allenthalben gemachte Erfahrung.

Wie viel von der gekrümmten Oberfläche wird man von der Spitze b eines Gegenstandes übersehen? Fig. 7.

Man ziehe von b aus Berührungslinien (Tangenten) nach allen Seiten, in der Figur bc, bd. Was zwischen b und c und d liegt, übersieht man; was jenseits c und d liegt, bleibt verborgen. Der sichtbare Horizont in b ist ein Kreis, der mit dem Halbmesser bc oder bd ringsum gezogen wird.

2te Erfahrung. Jeder dunkle Körper wirft, von der Sonne beschienen, nach der der Sonne entgegengesetzten Seite einen Schatten. So auch die Erde. Dieser Schatten kann in der Regel nicht gesehen werden; nur zuweilen. Nämlich dann,

wenn

wenn er von einem hellen Körper aufgefangen wird. Der Körper, welcher dieses thut, ist der Mond. Wenn nämlich Vollmond ist, so steht der Mond, von der Erde aus gesehen, der Sonne gerade gegenüber, 180° von ihr entfernt. Geht er nun zugleich durch einen Knoten der Mondbahn, in welchem Falle Sonne, Erde und Mond in einer geraden Linie stehen, so sieht man über den Mond nach und nach einen Schatten ziehen oder den Mond durch einen Schatten gehen, wodurch eine sogenannte Mondsfinsterniß entsteht. Dieser Schatten hat jederzeit eine runde Gestalt.

Schluß: Folglich muß die Erde, welche diesen Schatten bildet, ein runder Körper sein.

Der runden Körper giebt es mancherlei. Die bekanntesten sind Scheibe und Kugel.

Da auch eine Scheibe zuweilen einen runden Schatten wirft, nämlich dann z. B., wenn die sie beleuchtenden Strahlen auf ihr und der Fläche, welche den Schatten empfängt, senkrecht stehen, so könnte die Erde, ungeachtet der Mondsfinsterniß, eine Scheibe sein. Aus den Mondsfinsternissen allein folgt daher nicht, daß die Erde ein kugelförmiger Körper sei. Verbindet man aber die zweite Erfahrung mit der ersten, so wird es sehr wahrscheinlich, und die Wahrscheinlichkeit wird zur Gewißheit, sobald wir erst wissen, daß die Erde sich stets, also auch während einer Mondsfinsterniß, um die Achse dreht.

Frage. Hängt die Form des Schattens, den ein Körper wirft, nicht auch von der Lage des den Schatten aufnehmenden Körpers ab? Kann eine Kugel einen länglichrunden, eine Scheibe einen elliptischen, oder gar einen geradlinigen Schatten werfen? Beispiele durch Versuche mit einer beleuchteten Kugel und Scheibe vor einer Wand!

3te Erfahrung. Ferdinand Magellan segelte 1519 von der Westküste Europa's ab; er fuhr, 3 Jahre lang, der Hauptrichtung nach stets westlich, und sein Schiff kam endlich an dem Orte wieder an, von dem es ausgesegelt war. Diese Erfahrung ist seitdem vielfältig gemacht worden: Man segelt stets fort und fort gegen Westen, und kommt von Osten her wieder an densel-

den Ort; oder man segelt gegen Osten und kommt von Westen her zurück.

Schluß. Dieses ist nicht möglich, wenn die Erde eine runde Scheibe ist, ist nur möglich, wenn sie, wenigstens von Osten nach Westen und umgekehrt, ein runder Körper ist.

Frage. Kann man nicht auch auf einer Scheibe so reisen, daß man nach dem ursprünglichen Ausgangspunkte von entgegengesetzter Seite zurückkommt? Aber was muß dann geschehen? Ist es auch ohne Drehung möglich?

Anmerkung. Ferdinand Magellan vollendete seine „Reise um die Welt" (Welt- oder Erdumsegelung) in etwa 3 Jahren. Er hatte ein genaues Tagebuch geführt. Man fand mit Staunen bei der Rückkehr nach Spanien, daß man auf dem Schiff einen Tag weniger schrieb als in Spanien. Er war den 10. August 1519 abgesegelt und kehrte den 7. September 1522 zurück. Auf dem Schiffe war es der 6. September. War ein Fehler vorgefallen? Und wenn nicht, wer hatte Recht?

4te Erfahrung. Bisweilen, wenn auch selten, geht der Mercur und die Venus vor der Sonnenscheibe her. Man nennt diese Erscheinung einen Durchgang des Mercurs oder der Venus durch die Sonne. Man sieht alsdann einen dunkeln Punkt an dem nach Osten gekehrten Rande der Sonnenscheibe erscheinen und am westlichen wieder verschwinden. Es folgt aus dieser Erscheinung, daß Mercur und Venus alsdann näher bei der Erde stehen als die Sonne. Wird nun diese interessante Erscheinung mit Fernröhren, welche geschwärzte Gläser besitzen, an verschiedenen Orten, welche östlich und westlich von einander liegen (z. B. Paris, Wien, Konstantinopel u. s. w., Boston) beobachtet, und werden nachher die Zeiten, in welchen an jedem Orte die Erscheinung (nach ihrem Anfang, Mittel und Ende) beobachtet wurde, mit einander verglichen, so findet sich, daß sie an den verschiedenen Orten zu verschiedenen Stunden statt gefunden hat. An den östlicher gelegenen Orten ist die Beobachtung später am Tage, an den westlicher gelegenen früher am Tage gemacht worden. Dort waren seit Sonnenaufgang schon mehr Stunden verflossen, als hier.

Schluß: Folglich geht den mehr nach Osten gelegenen Or-

ten die Sonne früher auf, als den mehr westlich gelegenen. Dieses ist aber nicht möglich, wenn die Erde eine ebene Scheibe ist, ist nur möglich, wenn sie, wenigstens von Morgen gegen Abend und umgekehrt, ein gekrümmter Körper ist.

Da man nun aus den genannten und ähnlichen Beobachtungen (Bedeckungen von Fixsternen durch den Mond) weiß, daß bei den gerade ost- und westwärts von einander gelegenen Orten der Unterschied in der Zeit des Auf- und Untergangs und der Culmination der Sonne — abhängt von der Entfernung dieser Orte und dieser proportional ist (doppelte Entfernung zweier Orte, doppelter Unterschied), so muß die Erde von Osten gegen Westen regelmäßig gekrümmt sein.

Anmerkung. Man denke an das Tagebuch des F. Magellan! Welche Erfahrung wird ein Schiff machen, welches von Westen nach Osten eine Erdumsegelung vollendet?

5te Erfahrung. Bewegt man sich in der Richtung von Süden nach Norden vorwärts, folglich in der Mittagslinie, zwischen Orten, welche denselben Meridian, also zu gleicher Zeit Mittag haben: so macht man, die Sterne beobachtend, folgende Wahrnehmungen:

Ein Stern, der am Ausgangspunkte durch das Zenith ging, geht nun südwärts von dem nunmehrigen Zenith durch den Meridian. Der nördliche Polarstern hebt sich höher und höher. Ueber den nördlichen Theil des Horizontes erheben sich bekannte, auf- und untergehende Sterne, so hoch, daß sie nicht mehr untergehen. Ueber den südlichen Theil des Himmels erheben sich andre, die man an dem Ausgangspunkte aufgehen sah, gar nicht mehr über den Horizont.

Die umgekehrten Beobachtungen macht man, wenn man südwärts reiset. Alsdann sinken die um den Nordpol stehenden Sternbilder immer tiefer, die nach Süden zu stehenden heben sich immer mehr und mehr.

Schluß. Die Gesammtheit dieser Erscheinungen läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß die Erde von Norden nach

Süden und umgekehrt eine gebogene Gestalt habe, ein kugelförmig gekrümmter Körper sei.

Einwurf. Wenn nicht schon früher, so werden doch wahrscheinlich hier die Schüler den Einwand machen, daß man auf einer Kugel nicht überall wohnen könne, sie werden von oben und unten reden u. s. w.

Es bedarf also der Belehrung, daß bei einem frei im Weltraume schwebenden Körper von unten oder oben gar nicht die Rede sein könne. Ueberall stehen die Menschen mit den Beinen auf dem Erdboden und haben den Himmel über sich. Was näher bei der Erde ist, heißt unten, was näher beim Himmel, oben. Besser begriffen wird es aus dem Folgenden. Aber man steure der falschen Vorstellung ein für alle Mal dadurch, daß man in der Geographie nirgends von Oben und Unten (=Norden und Süden) redet.

6te Erfahrung. Wirft man einen Stein in die Höhe, so fällt er alsbald wieder auf die Erdoberfläche zurück. Steine, die sich vom Dache eines Hauses lösen, bewegen sich nicht nach oben (steigen nicht), sondern nach der Erde hin, sie fallen. Ein Stück Holz, eine Bleikugel u. s. w. an einen Faden gebunden und hängen gelassen, spannt den Faden; seine Richtung trifft, aufwärts verlängert, den Scheitelpunkt, abwärts verlängert, den Mittelpunkt der Erde. Die Richtung des Fadens steht lothrecht auf dem Wasserspiegel.

Kurz, alle Theile der Erde (ganz leichte werden von der Luft bis zu einer gewissen Höhe gehoben) haben ein Bestreben, sich der Erde möglichst zu nähern, und sie thun es, wenn kein Hinderniß vorhanden ist, wirklich. So fließt das Wasser nach unten, dringt in die Erde ein u. s. w. Woher rührt diese allgemeine Erscheinung?

Leute, die niemals über die Sache nachgedacht haben, erklären sie für eine Folge des Drucks der Luft. Eine Menge der verschiedenartigsten Erscheinungen soll der Luftdruck hervorbringen. Dieser spukt ordentlich in ihren Köpfen. Aber der Luftdruck ist es so wenig, daß die Erscheinung gerade in einem Raume, in

dem sich keine Luft befindet, am energischesten auftritt. Die Ursache ist keine andre als die Anziehungskraft der Erde. Die Erde zieht alle Körper an, hält sie alle bei sich, und nähert sie sich selbst, so viel als möglich. Worin ist diese Anziehungskraft begründet, steckt sie geheimnißvoll im Mittelpunkt der Erde wie ein Magnet, oder wie ist es?

Die Anziehungskraft ist eine aller Materie einverleibte Kraft. Jedes materielle Theilchen zieht jedes andre materielle Theilchen an. Folglich haben alle eine Neigung zur Vereinigung.

Diese Anziehungskraft ist eine allgemeine Eigenschaft der Materie. Wo nur materielle Stoffe sind, da ist sie auch. Sie ist eine Grundkraft der Materie.

Als daher die Materie geschaffen wurde, war die Anziehungskraft mitgeschaffen. Denn jedes Ding besteht nur in seinen wesentlichen Eigenschaften. Wo daher kein Hinderniß eintrat, da vereinigten sich die Massen. Man denkt sich den Urzustand der Weltmassen flüssig, aus Gründen, die hier übergangen werden können, und nennt diesen Zustand den chaotischen (Chaos). Aus diesem Chaos traten allmählig die Weltkörper hervor, an bestimmten Punkten vereinigten sich Massen. So entstand auch (nach Wahrscheinlichkeit) die Erde. Da alle Theile derselben einander anzogen, so mußten dieselben, wenn Ruhe und Stillstand eintreten sollte, sich in's Gleichgewicht setzen, d. h. eine Kugelgestalt annehmen. Ein Körper, dessen Theile von der Anziehungskraft aller Theile zu allen zusammengehalten werden, wird (wenn nicht andre Verhältnisse störend einwirken) als eine Kugel erscheinen. Da nun die Anziehungskraft in der Materie der Erde lebt und wirkt, so muß sie eine kugelförmige Gestalt angenommen haben. Alles, was wir von ihr wissen, bestätigt diese Meinung. In Wahrheit und mit fester Ueberzeugung können wir daher hier schon sagen: Unser Wohnort ist eine Kugel. Alles Nachfolgende bestätigt diese Ansicht und erhebt sie zur unumstößlichen Gewißheit.

Die Berge auf der Erde sind kein erheblicher Einwurf dage-

gen. Kennen wir erst die Größe der Erde, so werden wir einsehen, daß selbst die höchsten Berge gegen die Größe der Erde nur unbedeutende Erhöhungen bilden.

Rückblick. Hier an dieser Stelle müssen wir einen Rückblick thun. Wir haben eine Hauptstation erreicht. Unsre Gesammtansicht wird nun, wenn wir mit der Vorstellung der Kugelgestalt der Erde alles Frühere verbinden, sich erweitern und, wenigstens theilweise, eine andre werden. Wahrscheinlich geht es dem Einen und dem Andern im Kopfe herum. Man kann nicht gleich Alles sich zurecht legen. Es ist auch nicht nöthig; aber wir müssen die Sache doch vorbereiten.

Wir denken uns also jetzt die Erde als eine Kugel im Weltraum, um sie herum Sonne, Mond und Sterne. Diese scheinen sich in 24 Stunden von Osten gegen Westen herumzuwälzen. Der Nordpol des Himmels nimmt an dieser Bewegung keinen Antheil. Demselben nahe stehende Sterne bewegen sich in kleinen Kreisen langsam, im Aequator des Himmels stehende am schnellsten.

Entwerfen wir eine Zeichnung darüber! Fig. 8.

Der um o herumgezogene kleine Kreis stelle die Erde, der größere einen Durchschnitt der Himmelskugel vor. N Nordpol, S Südpol des Himmels, NS die Himmelsachse, um welche die tägliche Bewegung der Gestirne erfolgt; n Nordpol der Erde, s Südpol derselben. Die gerade Linie ns nennt man die Erdachse. (Warum, folgt später.) AE Himmels-, ae Erdäquator. Es sei B der Standpunkt eines Menschen. Alsdann ist eine an die Kreislinie in B gezogene Tangente ld, der Horizont des Ortes B, Z sein Scheitelpunkt. An der Figur erkennen wir nun Folgendes:

Sterne in N und S bewegen sich gar nicht. Was von N gilt, gilt auch, wie Schiffer, die nach Süden fahren, wissen, von S.

Der Aequator AE theilt die Himmelskugel in 2 gleiche Theile, den nördlichen und südlichen.

Der Erdäquator ae theilt die Erdoberfläche in 2 gleiche Hälften, die nördliche und südliche Halbkugel. Wie N von allen

Punkten des Himmelsäquators, so ist n von allen Punkten des Erdäquators 90° entfernt. Ebenso S und s.

Ein Stern in c beschreibt in 12 Stunden den Bogen cf um N herum, in den nächsten 12 Stunden den in der Figur nicht dargestellten Bogen fc auf der andern Seite. NASEN ist Meridian des Himmels für B; nBasen ist Erdmeridian für B. Jener bildet diesen, d. h. schneidet die Erde in ihm. Erd- und Himmelsmeridian desselben Ortes liegen in derselben Ebene. Dieser ist die Verlängerung von jenem. Dasselbe gilt vom Erd- und Himmelsäquator.

Ein Stern d, der bei seinem tiefsten Stande den Horizont des Bewohners von B in d berührt, erreicht seine größte Höhe in g, wo er culminirt. Die Mittelpunkte der Kreise, welche die Sterne in 24 Stunden um die Erde zu beschreiben scheinen, liegen in der Himmelsachse NS. Der Mittelpunkt des Kreises, den ein in E im Aequator stehender Stern zu beschreiben scheint, liegt in dem Mittelpunkt der Erde, in o. Die Mittelpunkte der Kreise der Sterne, die an dem nördlichen Theile der Himmelskugel liegen, befinden sich zwischen o und N; die Mittelpunkte der Sterne an dem südlichen Theile der Himmelskugel liegen zwischen o und S. Ein Stern, der in i steht, beschreibt den Bogen ih um den Südpol herum, und kommt gar nicht über den Horizont des Ortes B.

Bo bezeichnet die Richtung eines in B frei aufgehängten, an einem Faden schwebenden Körpers, ao die Richtung eines solchen in a u. s. w. Die Richtungen aller Bleilothe auf der Erde vereinigen sich im Mittelpunkte der Erde.

Wie lang der Halbmesser der Erde, oa, on, oB ist, wissen wir noch nicht. Eben so wenig kennen wir die Länge oE, oN u. s. w., die Entfernung des Himmelsgewölbes. Aber die Erfahrung lehrt, daß der Halbmesser der Erdkugel klein ist in Vergleich mit dem Halbmesser der Himmelskugel, so klein, daß on gegen oN verschwindet, folglich auch oB gegen oZ, folglich ist ld von KL, einer Ebene, die mit ld parallel durch den Mittelpunkt o gelegt gedacht wird, so gut wie gar nicht entfernt, beide

fallen zusammen. Die Erscheinungen am Himmel sind so, daß beide als zusammenfallend angesehen werden müssen. Ld ist = o zu setzen. Sobald daher ein Stern in L erscheint, erscheint er auch in d, d. h. im Horizont von B. Die Ebene ld ist für B der scheinbare, KL der wahre Horizont. Beide sind zwar um die Größe des Halbmessers der Erde oB von einander entfernt. Aber diese Entfernung verschwindet gegen die Entfernung der Fixsterne. Wir legen daher von jetzt an den wahren Horizont eines Ortes durch den Mittelpunkt der Erde, senkrecht auf die von dem Orte nach dem Mittelpunkte gezogene gerade Linie. Der wahre Horizont für den Punkt a geht durch SN, der für n durch AE; der für e auch durch SN, der für s auch durch AE. 2 Orte auf der Erde, welche unter demselben Meridian liegen und 180° von einander entfernt sind, haben denselben wahren Horizont. Menschen, die an entgegengesetzten Enden eines Erddurchmessers wohnen, heißen Gegenfüßler (Antipoden); so die in n und s, a und e u. s. w. N ist der Scheitelpunkt von n, S sein Fußpunkt (Nadir); A ist der Scheitelpunkt von a, der Fußpunkt von e, dessen Scheitelpunkt E ist. Bei Gegenfüßlern ist das Zenith des einen das Nadir des andern.

2. Folgerungen aus der Kugelgestalt der Erde in Verbindung mit früheren Beobachtungen und Erfahrungen.

Um das Frühere noch genauer mit dem Resultate, daß die Erde eine Kugel ist, zu verknüpfen und demselben Naheliegendes anzureihen, betrachten wir Fig. 9., in welcher die Linie KL die Ekliptik, HR den wahren Horizont für B (Berlin) vorstellen soll. Folgende Wahrheiten sind das Resultat einer kurzen Ueberlegung.

1. Für den Horizont von a, einen Punkt auf dem Aequator.

Der wahre Horizont von a geht durch die Himmelsachse SN.

Was über SN nach A zu liegt, ist über, was unter SN, nach E zu, liegt, ist unter dem Horizont von a. N und S, d. h. der Nord- und Südpol des Himmels, liegen dem Aequatorbewohner stets im Horizont.

Der Aequator AE schneidet seinen Horizont senkrecht und geht durch sein Zenith A. Alle Sterne, deren Bahn in dem Himmelsäquator liegt, gehen dem Aequatorbewohner alle 24 Stunden durch den Scheitelpunkt und kommen unter rechten Winkeln den Horizont herauf, und gehen ebenso hinab.

Da die tägliche Bahn aller Sterne mit dem Aequator parallel liegt, so gehen dem Aequatorbewohner alle Sterne senkrecht auf. Man nennt daher die über dem Aequatorbewohner schwebende Himmelskugel die senkrechte oder gerade Sphäre. Die Hälfte jener Bahnen liegt über, die Hälfte unter dem Horizont. Jeder Stern bleibt also dem Aequatorbewohner 12 Stunden über, 12 Stunden unter dem Horizont. Da die tägliche Umwälzung des Himmelsgewölbes um NS statt findet, so gehen dem Aequatorbewohner in 24 Stunden alle Sterne ohne Ausnahme auf. Er sieht sie alle über dem Horizont, mit Ausnahme der etwa gerade in N und S stehenden, die nie auf-, nie untergehen, weil sie immer im Horizont verweilen.

Die jährliche Bahn der Sonne KL macht mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$. Bogen AK$=23\frac{1}{2}^\circ$, Bogen EL $=23\frac{1}{2}^\circ$. Vom 21. März bis zum 23. September verweilt die Sonne nördlich vom Aequator, in L erreicht sie die weiteste Entfernung von demselben. An dem Tage, an welchem sie in L steht, am 21. Juni, beschreibt sie den Bogen LC, parallel mit dem Aequator. Sie culminirt in C, $23\frac{1}{2}^\circ$ nördlich von A. Während des Frühlings, vom 21. März bis 21. Juni, culminirte sie zwischen A und C; während des Sommers, nach dem 21. Juni und vor dem 23. September, zwischen C und A; während des ganzen Sommerhalbjahres steht sie also dem Aequatorbewohner zur Mittagszeit im nördlichen Theile des Meridians.

Das Umgekehrte findet zwischen dem 23. September und dem 21. März statt. An diesen Tagen culminirt sie in A, in dem

genannten Zeitraum zwischen A und K, also im südlichen Theile des Meridians.

Denkt man an den Schatten, den ein senkrecht aufgerichteter Stab Mittags um 12 Uhr wirft, so fällt der Schatten eines in a errichteten Stabes während des Sommersemesters, in welchem die Sonne zwischen A und C steht, nach Süden, im Wintersemester nach Norden; an den Tagen der Nachtgleichen giebt es gar keinen Schatten, die Sonne steht senkrecht über dem Stabe. Darum nennt man die Bewohner des Aequators zwei- oder unschattige. Menschen, die unter der geraden oder senkrechten Sphäre wohnen, sind zwei- oder unschattige.

CL und KD stellen die Wendekreise vor, CL den des Krebses, KD den des Steinbocks. Die Höhe, welche die Sonne am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche über dem Horizont von a erreicht, ist AN oder $AS = 90^\circ$; am Tage der Sommer-Sonnenwende ist sie $CN = 90^\circ - 23\frac{1}{2} = 66\frac{1}{2}^\circ$, der Winter-Sonnenwende $KS = 90^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 66\frac{1}{2}^\circ$. $KC = 23\frac{1}{2}^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 47^\circ$, d. h. die Culminationspunkte der Sonne liegen das Jahr hindurch für den Aequatorbewohner in einem Bogen, der von zwei, gleich weit vom Zenith entfernten Punkten begränzt und 47° lang ist.

2. Für den Horizont von n, den Nordpol der Erde.

Hier wohnen zwar, so viel wir wissen (nie ist er von einem Schiffer erreicht worden), keine Menschen; aber wir versetzen uns in Gedanken nach n. a und n, Aequator und Pol, bilden Gegensätze. Die Wahrheit auf entgegengesetzten Standpunkten vermittelt die Wahrheit auf Standpunkten zwischen den Extremen.

Der wahre Horizont von n ist AE, der Aequator des Himmels, N ist sein Zenith, S sein Nadir.

Die nördliche Halbkugel des Himmels ist immer über, die südliche immer unter seinem Horizont. Denn alle täglichen Bewegungen der Himmelskörper geschehen parallel dem Aequator.

Sterne, die in dem Aequator stehen, verweilen also stets in dem Horizont des Nordpols der Erde, kommen nicht herauf, ge-

hen nicht hinab, sondern in 24 Stunden in dem Horizont um ihn herum.

Ein Stern in N bleibt stets in seinem Zenith; von dem nördlichen Polarstern gilt dieses sehr nahe.

Sterne, die zwischen dem Aequator und N stehen, bewegen sich in 24 Stunden parallel mit seinem Horizont, weil parallel mit dem Aequator. Jeder behält beständig dieselbe Höhe. Seine Sphäre heißt die parallele. Kein Stern der südlichen Halbkugel kommt über seinen Horizont. Dem Nordpol geht also kein Fixstern auf, keiner unter. Die aufgegangenen bleiben ewig über, die andern ewig unter seinem Horizont.

Die durch die Ekliptik, die mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$ macht, sich bewegende Sonne steht, weil ein halbes Jahr nördlich vom Aequator, auch ein halbes Jahr über dem Horizont des Nordpolbewohners, und zwar vom 21. März bis zum 23. September. An jedem Tage dieser Zeit beschreibt sie, wenn man es nicht ganz genau nimmt, einen Kreis, parallel mit seinem Horizont, ohne unterzugehen. Aber die Sonne steigt vom 21. März täglich höher, bis sie am 21. Juni eine Höhe von $23\frac{1}{2}°$ erreicht. Dann kehrt sie zum Horizont, weil zum Aequator, zurück, den sie am 23. September wieder erreicht. Während dieses Halbjahres ging also die Sonne nicht unter. Der Tag des Nordpols dauert 6 Monate. Eben so lange seine Nacht, vom 23. September bis zum 21. März. Die Bahn, welche die Sonne während des Sommers beschreibt, ist eine gewundene, spiralförmige Linie, vom Aequator nordwärts, und wieder zurück bis zum Aequator. Die Dämmerung mindert die Dunkelheit nach dem 23. September, und vor dem 21. März.

Die Höhe, welche die Sonne am 21. Juni über dem Horizont des Nordpolbewohners erreicht, ist $AC = EL$, die Zenithentfernung an diesem Tage $= NC = NL = 90° - 23\frac{1}{2}° = 66\frac{1}{2}°$.

Der Schatten, den ein im Nordpol senkrecht errichteter Stab innerhalb 24 Stunden wirft, beschreibt um seinen Fußpunkt einen Kreis (ganz genau?). Die Bewohner sind umschattige. Diese Eigenschaft ist mit der parallelen Sphäre verbunden.

3. Für den Horizont von B, Berlin, dessen Polhöhe $=52^{\circ}$ nördlicher Breite ist.

Eine gerade Linie, von o nach B gezogen und bis Z verlängert, bezeichnet in Z das Zenith von B.

Eine auf Bo in o errichtete Senkrechte HR stellt den wahren Horizont von B dar. $ZR=ZH=90^{\circ}$.

NR ist die Polhöhe von B, $=52^{\circ}$. ZN, die Zenithentfernung des Pols, ist $=ZR-NR=90^{\circ}-52^{\circ}=38^{\circ}$.

HA stellt den Bogen dar, welcher die Höhe mißt, die der Aequator über HR, dem Horizont von B, erreicht. Wie groß ist HA? $ZH=90^{\circ}=NA$. Von beiden das gemeinschaftliche Bogenstück AZ abgezogen, bleibt $ZN=AH=38^{\circ}$, d. h. die Zenithentfernung des Pols ist = der Aequatorhöhe (versteht sich, im Meridian). Der Aequator schneidet also den Horizont von Berlin unter einem Winkel von 38°.

Der Bogen AZ bezeichnet die Entfernung des Aequators vom Zenith; er ist $=AN-ZN=90^{\circ}-38^{\circ}=52^{\circ}$, d. h. die Entfernung des Aequators vom Zenith ist = der Polhöhe.

Bogen AZ = Bogen aB in Graden; aB bezeichnet die Entfernung Berlins vom Aequator der Erde. Also ist auch die Polhöhe Berlins = seiner Entfernung vom Aequator.

Nun müssen wir aus der Figur erkennen, welches die größte, mittlere und kleinste Erhebung der Ekliptik über den Horizont von B ist. KL stellt die Ekliptik dar.

Sie macht, wie bekannt, mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$; $AK=23\frac{1}{2}^{\circ}=EL$.

AH war $=38^{\circ}$, folglich ist $KH=AH-AK=38^{\circ}-23\frac{1}{2}^{\circ}=14\frac{1}{2}^{\circ}$. Dieses ist die kleinste Erhebung der Ekliptik über den Horizont von B, welche am 21. December Mittags 12 Uhr statt findet. Die Sonne steht an diesem Tage in dem Wendekreis des Steinbocks KD.

Am längsten Tage, 21. Juni, steht sie im Wendekreis des Krebses CL, und erreicht am Mittag dieses Tages ihre größte

Höhe HC über dem Horizont. $HC = HA + AC = 38^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 61\frac{1}{2}^\circ$.

An den Tagen der Nachtgleichen steht die Sonne im Aequator AE. Wenn sie alsdann culminirt, so hat sie die Höhe $HA = 38^\circ$. Die größte Höhe also, welche die Sonne erreicht, ist $= 61\frac{1}{2}^\circ$, ihre mittlere $= 38^\circ$, ihre kleinste $= 14\frac{1}{2}^\circ$. Am längsten Tage steht sie also $61\frac{1}{2}^\circ - 14\frac{1}{2}^\circ = 47^\circ = 2\text{mal } 23\frac{1}{2}^\circ$ höher als am kürzesten.

Ihre Zenithentfernung ist am
längsten Tage $= CZ = 90^\circ - 61\frac{1}{2}^\circ = 28\frac{1}{2}^\circ$.
Am kürzesten Tage $= KZ = 90^\circ - 14\frac{1}{2}^\circ = 75\frac{1}{2}^\circ$.
An den Tagen der Nachtgleichen $= AZ = 90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$.

Die Erhebungen der Sonne über dem Horizont sind gleich ihren Senkungen unter demselben, nur in den entgegengesetzten Jahreszeiten, z. B. HC ist ihre größte Erhebung am 21. Juni, $HC = RD$, RD ist ihre tiefste Senkung am 21. December, Mitternachts. Mit der größten Erhebung HC ist an demselben Tage ihre geringste Senkung RL verbunden; denn die Sonne läuft am 21. Juni durch den Wendecirkel des Krebses CL. RL ist $= HK = 14\frac{1}{2}^\circ$, d. h. am längsten Tage erreicht die Sonne zu Mitternacht nur eine Tiefe von $14\frac{1}{2}^\circ$ unter dem Horizont. Erfahrungsmäßig dauert die Dämmerung so lange, bis die Sonne 18° unter dem Horizont steht. Um die Zeit des längsten Tages hört folglich die Dämmerung während der ganzen (kurzen) Nacht nicht auf, d. h. es wird nicht ganz dunkel.

Da KL zur Hälfte über, zur Hälfte unter HR, dem Horizont von B, liegt, so befindet sich die Hälfte der Ekliptik immer über dem Horizont von B, und da die Sonne an jedem Tage, wo sie auch in der Ekliptik stehen mag, einen Kreis beschreibt, der mit dem Aequator parallel läuft, und ein Theil dieses Kreises über, ein andrer unter HR liegt, so geht die Sonne dem Orte B täglich auf und täglich unter.

Suchen wir an der Figur zu erkennen, wie groß die Bogen

sind, die sie in den verschiedenen Jahreszeiten über und unter dem Horizont von B beschreibt!

Am 21. März und 23. September steht die Sonne im Aequator, d. h. in einem der Punkte, in welchem Ekliptik und Aequator einander durchschneiden. An diesen Tagen läuft sie im Aequator, der zur Hälfte über, zur Hälfte unter dem Horizonte von B liegt. Die Hälfte des Bogens oder der 180°, die sie an den genannten Tagen über dem Horizont beschreibt, wird durch oA dargestellt =90°, und die Hälfte des Bogens, den sie an denselben Tagen unter dem Horizont beschreibt, durch oE=90°.

Am kürzesten Tage steht die Sonne im Wendekreis des Steinbocks, und sie bewegt sich an diesem Tage in 24 Stunden scheinbar durch den Steinbock KD. Von demselben fällt Kp über, Dp unter den Horizont. pK stellt die Hälfte des Bogens dar, den die Sonne über, pD die Hälfte des Bogens, den sie unter dem Horizont beschreibt.

Am längsten Tage erreicht die Sonne den Wendekreis des Krebses CL. qC ist dann die Hälfte des Bogens, den sie über, qL die Hälfte des Bogens, den sie unter dem Horizont beschreibt.

Da die Sonne das Jahr hindurch in K und C und zwischen K und C, in dem Bogen KC culminirt, und alle Punkte dieses Bogens südlich von dem Zenith Z liegen, so fällt dann der Schatten eines in B auf dem Horizont senkrecht errichteten Stabes stets gegen Norden, in die Mittagslinie. In B wohnen also einschattige Menschen.

Da die tägliche Bewegung der Sonne, des Mondes und aller Sterne parallel mit dem Aequator geschieht, und dieser eine schiefe Lage gegen den Horizont von B hat (38°), so gehen alle Himmelskörper dem Horizont von B schief auf, alle Bogen und Kreise, in denen die Himmelskörper zu laufen scheinen, haben eine schiefe Lage gegen den Horizont von B. Daher heißt die über B liegende und über seinem Horizont sich fortbewegende Sphäre die schiefe Sphäre.

---

1) Ehe weiter gegangen wird, bedarf es zur Befestigung der gefundenen Wahrheiten in Bezug auf die Horizonte an verschiedenen Punkten der Erde, von deren deutlichster Erkennung die sichere Auffassung der Verhältnisse in den verschiedenen Zonen abhängt, einiger Uebungen.

Man begiebt sich an eine freie Stelle auf dem Horizont, läßt denselben zuerst den Horizont des Aequator=, dann den des Polbewohners, endlich den des eigenen Wohnortes vorstellen. Die Schüler müssen, mit einem Stabe in der Hand, die Hauptpunkte und die Bewegungen zeigen, wie sie sich über den drei verschiedenen Horizonten ereignen. Wir deuten den Gang durch einige Fragen und Aufgaben an.

Denket euch, der vor euren Augen liegende Horizont sei der Horizont eines Punktes auf dem Aequator! Zeiget nun den Ort, wo alsdann der Nordpol, wo der Südpol des Himmels gesehen wird! die Lage des Aequators! des Scheitelpunktes! der Wendekreise! den Auf= und Untergangspunkt der Sonne am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December! die Bogen, die sie an diesen Tagen über dem Horizont beschreibt! die Winkel, unter welchen sie auf= und untergeht! den Abstand ihrer Culminationspunkte vom Zenith an den genannten Tagen! die Bogen, in welchen die Culminationspunkte während des Frühlings, des Sommers, des Herbstes, des Winters liegen? die Richtung des Schattens eines senkrecht errichteten Stabes oder des eigenen Körpers Mittags 12 Uhr am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December! die Richtung des Schattens des Stabes an diesen Tagen früh um 6 und Abends um 6 Uhr! die Bewegung der Sterne! den täglichen Lauf der Zeichen des Widders und der Waage! des Krebses und des Steinbocks! der Lage der Ekliptik über dem Horizont an den Tagen des Anfangs der Jahreszeiten Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr! die senkrechte Sphäre!

Horizont des Nordpolbewohners! Es wird gezeigt: der Ort des Nord= und Südpols; die Lage des Aequators; des Scheitelpunktes; der Wendecirkel; die Bewegung der Sonne am 21. März und 21. September, vom 21. März an bis zum 21. Juni, vom 21. Juni bis 23. September und von da an weiter; der Abstand der Sonne vom Zenith an diesen Tagen; die Bewegung des Schattens eines senkrecht auf dem Horizonte errichteten Stabes! die Bewegung der Sterne; die Bewegung der über dem Horizont liegenden Zeichen des Thierkreises! die parallele Sphäre!

(Achtung gegeben! Zeiget mir die Cardinalpunkte des Horizonts, den Ost=, West=, Süd= und Nordpunkt! die Weltgegenden!! den Nordpol des Himmels! den Südpol! den Ost= und Westpol des Himmels!!!).

Horizont von Berlin. Zeiget den Horizont — die Cardinalpunkte desselben — die Weltgegenden — das Zenith — den Meridian — den Ort des Nord= und Südpols — die Lage des Aequators, der Wendecirkel — die Auf= und Untergangspunkte der Sonne am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December — die Winkel, unter welchen sie aufgeht — die Bogen, die sie an diesen Tagen über dem Horizont beschreibt — die Culminationspunkte an denselben — deren Abstände vom Südpunkte, vom Ze=

nith — die Polhöhe, die Zenithentfernung des Nordpols — die Aequatorhöhe — dessen Entfernung vom Zenith — einen oder mehrere Bogen, die 52° groß sind — andre, die 38° groß sind — einen Bogen von $14\frac{1}{2}$°, $23\frac{1}{2}$°, $61\frac{1}{2}$°, 90° — die Lage des Schattens eines senkrecht auf dem Horizont errichteten Stabes Mittags 12 Uhr — die schiefe Sphäre — die Bewegung der Sterne — den Ort der scheinbar am schnellsten und am langsamsten sich in 24 Stunden um die Erde drehenden Sterne — den Raum, wo die nicht untergehenden Sterne stehen — den Raum, wo die nicht aufgehenden sich befinden — den Raum, wo die auf- und untergehenden zu finden sind u. s. w.

2) Vergleichung der Erscheinungen über den drei Horizonten.

Folgende und ähnliche Fragen sind zu beantworten:

Welches ist die Lage des Aequators gegen jeden der 3 Horizonte? die Stellung des Nord- und Südpols des Himmels gegen jeden? die Entfernung des Zeniths vom Nord- und Südpol? die Lage der Wendecirkel? deren Entfernung vom Zenith und von den Horizonten? die Winkel, unter welchen Sonne, Mond und Sterne aufgehen? die Sphären? die Schatten? die Länge der Tage und Nächte? die Lagen der Ekliptik? die Zahl (!) der auf- und untergehenden Sterne? u. s. w.

3) Zeichnungen! Die Schüler nehmen ihre Tafeln und Griffel zur Hand und stellen Folgendes durch Zeichnungen dar! Von einem oder mehreren geschieht es an der Schultafel.

Zeichnet:

a) die Bewegung der Gestirne auf der östlichen Seite des Meridians für den Horizont des Aequators, des Nordpols, Berlins.

Siehe Fig. 10, 11 und 4.

In Fig. 10. bedeutet SN den Horizont des Aequatorbewohners, S den Süd-, N den Nordpol, AE ist der Aequator, KR der Wendekreis des Krebses, ST der Wendekreis des Steinbocks; beide durchschneiden den Horizont senkrecht.

In Fig. 11. stellt AE den Aequator und den Horizont des Polbewohners vor. N ist der Nordpol des Himmels. Um denselben geschehen in Kreisen, parallel mit AE, die Bewegungen der Gestirne. WK ist der Wendekreis des Krebses.

Fig. 4. repräsentirt die Bewegungen für einen Ort in mittleren Breiten wie B.

b) Die scheinbare Bewegung der Sonne in den 4 Jahreszeiten für die 3 wahren Horizonte, von einem Punkte aus, senkrecht über dem Zenith eines jeden, gesehen.

Fig. 12, 13, 14.

Fig. 12. für den Horizont des Aequatorbewohners.

SZN stellt den Meridian dar, OW den Aequator, KR den Wendekreis des Krebses, BC den des Steinbocks. Vom 21. März an bis zum

21.

21. Juni bewegt sich die Sonne täglich zwischen OW und KR, vom 21. Juni an rückwärts von KR nach OW u. s. w. OK=23½°.

Fig. 13. für den Horizont des Nordpolbewohners.

N ist der Nordpol, der äußere Kreis der Aequator. Ueber denselben kommt die Sonne am 21. März herauf und beschreibt über demselben eine Spirallinie, bis sie am 21. Juni den höchsten Stand erreicht und den nördlichen Wendekreis, in der Figur den kleineren, beschreibt. Dann kehrt sie in einer Spirallinie zurück, bis sie nach dem 23. September unter dem Aequator = Horizont verschwindet, um ihn nach einem halben Jahre, am 21. März, wieder zu erreichen.

Fig. 14. für den Horizont Berlins.

SZN ist der Meridian, Z das Zenith, P der Nordpol, OW der Aequator, KR der nördliche, BC der südliche Wendekreis. Bogen Sa=38°, Sb=14½°, Sc=61½°. Die Aufgangspunkte der Sonne liegen im Sommerhalbjahre zwischen OK, im Winterhalbjahre zwischen OB. OK ist, weil der Horizont den Aequator schief durchschneidet, >23½°, nämlich 41° groß.

Sollten die täglichen Bewegungen der Sterne, namentlich der um den Nordpol P herumstehenden, in der Figur dargestellt werden, so müßte es durch kleinere und größere Kreise geschehen, deren gemeinsamer Mittelpunkt P ist. Zwischen P und N stehen diejenigen, welche nicht untergehen.

4. Weitere Folgerungen.

Wir entwerfen Fig. 15.

Der kleinere Kreis stelle die Erd-, der größere die Himmelskugel vor; NS die Himmels-, ns die Erdachse; AE den Himmels-, ae den Erdäquator; BK die Ekliptik; WK den nördlichen Wendekreis des Himmels, wk den der Erde; BO den südlichen Wendekreis des Himmels, bo den der Erde. Wir denken uns auf der Ebene der Ekliptik BK im Mittelpunkt der Erde x ein Loth errichtet bis zum Himmel, LP, an der Himmelskugel die Kreise PG und LH, auf der Erdkugel die entsprechenden pg und lh gezogen. Besinnen wir uns, was durch die Figur noch ausgedrückt wird!

1. PK=90°, NE=90°, folglich NP=EK=23½°. Ebenso ist LS=23½°. P und L sind die Pole der Ekliptik. Die Pole der Ekliptik sind folglich 23½° vom Nord- und Südpol des Himmels, den Polen des Aequators und aller mit ihm parallel gezogenen Kreise, entfernt. Die Punkte P und L beschreiben bei dem täglichen Umschwung des Himmels die Kreise

PG und LH, welche Polarcirkel oder Polarkreise des Himmels genannt werden. Ihnen entsprechen die Polarkreise pg und lh der Erde, die also auch $23\frac{1}{2}°$ von dem nächsten Pol der Erde entfernt sind.

Der Aequator der Erde liegt in der Ebene des Aequators des Himmels, dieser ist die Erweiterung von jenem. Aber die Wende- und Polarkreise der Erde fallen nicht (wie Anfänger oft meinen) mit den Wende- und Polarkreisen des Himmels zusammen, sondern sind denselben parallel.

xk liegt in der geraden Linie xK, xw in xW, xp in xP u. s. w. Der Punkt k liegt senkrecht unter K, oder K ist Zenith für k, P für p u. s. w. Die Zenithe der Orte der Erde, welche auf dem nördlichen Wendekreis der Erde liegen, finden sich in dem nördlichen Wendekreis des Himmels; ebenso liegen die Orte auf pg senkrecht unter entsprechenden von PG u. s. w.

Unter Parallelkreisen des Himmels und der Erde versteht man Kreise, welche mit dem Aequator parallel gezogen sind. Durch jeden Punkt der Oberfläche des Himmels und der Erde kann man einen solchen Parallelkreis gezogen denken. Die Wende- und Polarkreise sind die Haupt-Parallelkreise. Die des Himmels theilen die Oberfläche des Himmelsgewölbes, die der Erde die Oberfläche der Erde in fünf Theile, Zonen genannt. Die fünf Erdzonen sind: die Zone zwischen den Wendekreisen, auf beiden Seiten des Aequators, 47° breit, die heiße Zone, in welcher die sogenannten tropischen Gegenden liegen; die zwei Zonen zwischen den Polen und dem ihnen zunächst liegenden Polarkreise, die kalten Zonen, innerhalb welcher die Polargegenden liegen, die nördliche (nicht nördlich) kalte Zone, die südliche (nicht südlich — warum nicht?) kalte Zone, deren Gränzen von ihrem Pole $23\frac{1}{2}°$ entfernt sind; die zwei Zonen zwischen den Wendekreisen und dem ihnen zunächst liegenden Polarkreise, die nördliche gemäßigte und die südliche gemäßigte Zone, in welchen die gemäßigten Gegenden liegen. Jede ist 43° breit. Man rechnet wohl auch 6 Zonen, indem man die heiße für zwei rechnet, die nördliche heiße, die südliche heiße Zone.

Alsdann liegen auf der nördlichen Erdhalbkugel die 3 Zonen: die nördliche heiße, die nördliche gemäßigte, die nördliche kalte; auf der südlichen Halbkugel: die südliche heiße, die südliche gemäßigte, die südliche kalte Zone.

Warum sie so heißen, lehrt ein Blick auf die Figur. Erfahrungsmäßig hängt, unter übrigens gleichen Umständen, die Wärme des Erdbodens und der Luft, die Temperatur und das Klima, davon ab, ob die Sonnenstrahlen den Erdboden senkrecht oder schief, mehr oder weniger schief treffen. Je mehr der Sonnenstrahl eine Richtung hat, die sich der lothrechten nähert, desto mehr, je weniger, desto weniger Wärme entwickelt sich im Erdboden und in der Luft.

Diejenigen Gegenden, welche den senkrechten Sonnenstrahl empfangen, liegen zwischen den Wendekreisen. Orten, welche auf den Wendekreisen liegen, erscheint die Sonne einmal im Jahre im Scheitelpunkt; Orte, welche zwischen ihnen liegen, trifft der Sonnenstrahl zweimal des Jahres senkrecht.

Alle andern Orte der Erdoberfläche werden von den Sonnenstrahlen nur schief getroffen, je weiter von dem Aequator entfernt, desto schiefer; am schiefsten die Pole. Die Bewohner des Aequators sehen die Sonne zu Mittag zweimal des Jahres, am 21. März und am 23. September, im Scheitelpunkte, während des Sommerhalbjahres der nördlichen Halbkugel, zwischen den eben genannten Tagen, nördlich vom Scheitelpunkte, während des Winterhalbjahres der nördlichen Halbkugel oder des Sommerhalbjahres der südlichen südlich vom Scheitelpunkte. Den Bewohnern der nördlichen gemäßigten Zone steht die Sonne, wenn sie culminirt, immer gegen Süden, denen der südlichen gemäßigten Zone stets gegen Norden. Den (möglichen) Bewohnern des Nordpols steht die Sonne immer, nicht bloß des Mittags (wann ist es daselbst Mittag?); gegen Süden, denen des Südpols gegen Norden.

Auf dem Aequator sind die Tage und Nächte das ganze Jahr hindurch gleich lang, immer 12 Stunden lang. Dieses zeigt ein Blick auf die Figur. NS ist z. B. der Horizont für den Ort a.

Da die Himmelskugel sich alle 24 Stunden um die Erdkugel herumschwingt und die Sonne täglich einen Kreis beschreibt, der mit dem Aequator parallel läuft, die Hälfte aller Parallelkreise über NS, die andre Hälfte derselben aber unter NS liegt, so verweilet die Sonne eben so lange über, als unter dem Horizonte, d. h. Tag und Nacht dauern stets 12 Stunden.

Nicht so verhält es sich z. B. mit dem Orte k. An seinem längsten Tage beschreibt die Sonne den Kreis KW, an seinem kürzesten BO. PL stellt seinen Horizont dar. An jenem liegt rK, mehr als die Hälfte von KW, an diesem liegt mO, weniger als die Hälfte von BO, über seinem Horizont. Die Figur zeigt deutlich, wie mit der Entfernung von E nach K zu die Tage zunehmen, mit der Entfernung von E nach O abnehmen.

Je weiter ein Ort vom Aequator entfernt ist, desto mehr nimmt der Unterschied in der Länge der Tage und Nächte zu. Wir wissen schon, daß auf den Polen ein Tag herrscht, der 6 Monate dauert. Die Figur zeigt es.

Die Sonne erleuchtet in jedem Augenblick die Hälfte der Oberfläche der Erdkugel, die ihr zugekehrte Hälfte. Steht sie in K, so bescheint sie den Raum lkp, und so lange sie nördlich von AE steht, scheint sie über n hinaus. n hat also 6 Monate Tag, und die Sonne scheint, wenn sie im nördlichen Wendekreise steht, über n hinaus bis nach p. Ein Ort, der auf dem nördlichen Polarkreise liegt, hat dann einen Tag von 24 Stunden; ein Ort, der innerhalb des nördlichen Polarkreises liegt, hat einen Tag (wenn man so sagen kann) von mehr als 24 Stunden Länge: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Monat lang.

Allen Orten dagegen, welche zwischen den beiden Polarkreisen liegen, geht die Sonne alle 24 Stunden auf und unter; je näher ein Ort einem Polarkreise liegt, desto größer ist der Unterschied zwischen der Länge der Tage und Nächte. In Berlin dauert der längste Tag, am 21. Juni, beinahe 17 Stunden (16 Stunden 45 Minuten); die Sonne geht folglich nach 3 Uhr Morgens auf, nach 8 Uhr Abends unter. Der kürzeste Tag dauert etwas

mehr als 7 Stunden. Die Sonne geht folglich am 21. December nach 8 Uhr Morgens auf, vor 4 Uhr Abends unter.

Einer der bisherigen Betrachtungen liegt eine Wahrheit zu Grund, die noch besonders hervorgehoben zu werden verdient. Wenn ein Mensch auf dem Erdäquator, z. B. in a steht, so ist NS sein wahrer Horizont, er sieht die Pole im Horizont. Er ist 0° vom Aequator entfernt und die Pole erheben sich 0° über seinen wahren Horizont.

Steht dagegen ein Mensch in n im Nordpol, wo er 90° vom Aequator entfernt ist, so ist der Pol N auch 90° über seinem wahren Horizont AE erhaben. Die Entfernung eines Ortes vom Aequator, in Graden des Meridians ausgedrückt, nennt man die geographische Breite. Auf dem Aequator und den Polen ist also die geographische Breite der Erhebung des Pols über den Horizont gleich. Sehen wir zu, ob der Satz: die geographische Breite ist gleich der Polhöhe — allgemein, d. h. für jeden Punkt auf der Erdoberfläche gilt. Entfernen wir uns von a aus einen Meridiangrad nordwärts, so ist SN unser Horizont nicht mehr, sondern derselbe liegt, da wir uns einen Grad von a nordwärts entfernt haben, auch einen Grad tiefer als N. Setzen wir diese Entfernung vom Aequator nordwärts fort, so senkt sich der Horizont unsres jedesmaligen Standpunktes so tief unter N, als man sich von a entfernt hat. Sind wir bis w gekommen, so ist GH der Horizont; aw ist $=23\frac{1}{2}°$ und GN auch $=23\frac{1}{2}°$. Kommen wir in p an, so ist BK der wahre Horizont. Unsre Entfernung vom Aequator, ap, ist $=66\frac{1}{2}°$, und die Erhebung des Pols N über den Horizont, d. h. NK, ist $=66\frac{1}{2}°$. So erkennen wir die allgemeine Wahrheit des wichtigen Satzes, daß die Polhöhe eines Ortes seiner geographischen Breite gleich ist.

$$\left.\begin{array}{r}\text{Bogen } na\\ np+pa\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}90°\\ pk\\ np+nk\end{array}\right.$$

$$pa = \left\{\begin{array}{l}nk\\ NK.\end{array}\right.$$

Oder:

$$\left.\begin{matrix} nxa \\ nxp + pxa \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} R \\ pxk \\ nxp + nxk \end{matrix}\right.$$

$$nxp = nxp$$

$$\overline{pxa = nxk.}$$

Es giebt eine doppelte geographische Breite, eine **nördliche** und eine **südliche**. Die größte geographische Breite haben die Pole, $=90°$. Die Bewohner der Wendecirkel haben gleiche, nur entgegengesetzte geographische Breite u. s. w.

Daß die geographische Breite eines Ortes seiner Polhöhe gleich ist, giebt ein sehr einfaches Mittel an die Hand, die Entfernung eines Ortes vom Aequator zu messen, eine Aufgabe, deren Lösung nicht bloß für die Entwerfung der Landkarten, sondern für ein Schiff auf dem Ocean von größter Wichtigkeit ist. Man braucht nur die Erhebung des Pols über den Horizont des Ortes zu messen, d. h. für p z. B. den Bogen NK. Wie findet man diesen?

Nichts wäre leichter als dieses, wenn man den Ort des Pols genau wüßte, wenn z. B. ein Stern genau in demselben stände. Da dieses nicht der Fall ist, so hilft man sich auf diese Weise:

Man wählt sich einen nicht untergehenden Stern (einen Circumpolarstern), beobachtet ihn in dem Augenblick, wo er in den Meridian tritt, z. B. (Fig. 4.) in K, und mißt seine Höhe CK, z. B. $=64°$.

Man weiß, daß derselbe Stern nach 12 Stunden abermals culminirt, auf der andern Seite von dem Nordpol N, in P. Man mißt wiederum seine Höhe CP, z. B. $=78°$. Alsdann ist $\left.\begin{matrix} CP - CK \\ PK \end{matrix}\right\} = 78° - 64° = 14°$; folglich

$\frac{PK}{2} = NK = \frac{14°}{2} = 7°$. Also des Ortes E Polhöhe

$CN = CK + KN = 64° + 7° = 71°$. Oder

$CN = CP - NP = 78° - 7° = 71°$. Zusammengefaßt und wiederholt!

Diese Methode setzt eine Nacht voraus, in der man nicht nur die Sterne sehen, sondern sie auch 2mal den Meridian passiren sehen kann, d. h. eine helle Winternacht. Es giebt noch andre Weisen, die Polhöhe eines Ortes und dadurch seine Entfernung vom Aequator zu finden; aber das Bisherige reicht hier für uns hin.

Da alle Orte, welche auf demselben Parallelkreise liegen, gleiche Entfernung vom Aequator, folglich auch gleiche Polhöhe haben, so findet man durch die Polhöhe eines Ortes nichts mehr, als den Parallelkreis, auf welchem der Ort liegt. Seine bestimmte Stelle auf der Erdoberfläche weiß man also dadurch noch nicht. Um diese zu wissen, muß noch etwas Anderes hinzukommen, was uns die Folge lehren wird.

Zusatz über die 30 (astronomischen oder geographischen, nicht physischen) Klimate auf jeder Halbkugel.

Auf dem Aequator dauert jeder Tag des Jahres 12 Stunden, auf den Polen dauert der eine Tag des Jahres 6 Monate, auf den Polarkreisen dauert der längste 24 Stunden. Diese 3 Gegenden sind in Betreff der Klimate die Cardinal-Gegenden.

Entfernt man sich nord- oder südwärts vom Aequator, so kommt man bald an einen Ort, wo der längste Tag $12\frac{1}{2}$ Stunden dauert. Legt man durch ihn einen Parallelkreis mit dem Aequator, so liegt zwischen beiden eine kleine Zone, welche das erste (geographische) Klima bildet. Das 2te Klima, nord- und südwärts, liegt zwischen Parallelkreisen, auf welchen der Unterschied der längsten Tage wieder $\frac{1}{2}$ Stunde beträgt. Da nun die Unterschiede der Tage auf dem Aequator und den Polarkreisen 12 Stunden oder 24 halbe Stunden betragen, so erhält man auf diese Weise von dem Aequator bis zu den Polarkreisen 24 Klimate. Von da an läßt man die Tage jedes Mal um einen ganzen Monat steigen, bis zu den Polen, wo der Tag 6 Monate dauert. Dieses giebt im Ganzen für jede Halbkugel $24+6=30$ Klimate.

Aufgaben: 1) Machet auf einem Kreise, welcher einen Meridian vorstellt, die 30 Klimate einer jeden Halbkugel sichtbar! 2) Stellet den

Aequator durch einen Kreis dar, und zeichnet in denselben durch concentrische Kreise die 30 Klimate der nördlichen Halbkugel!

Fragen. Wo liegt der Ort auf der Erde, dessen längster Tag 12 Stunden dauert? 24 Stunden? 6 Monate? In welcher von den 5 Hauptzonen liegen die Orte, deren längster Tag 18 bis 23 Stunden dauert? Wo liegen die Orte, deren längste Nacht 12 Stunden dauert? 24 Stunden? 6 Monate? In welchen Zonen liegen Orte, die eine mehrmonatliche Nacht haben? In welcher Gegend liegen die Orte, welche den allerkürzesten Tag haben? die allerkürzeste Nacht? Wie viel Stunden scheint jedem Orte auf der Erde, wenn man alle Stunden des Tageslichtes zusammenzählt, die Sonne? Kommt dabei ein Ort zu kurz?

Welche Orte haben 4, welche nur eine Weltgegend? Wehen an allen Orten auf der Erde Ost-, West-, Süd- und Nordwinde? Wo wehen nur Nord-, wo nur Südwinde? Welche Polhöhe haben die, die nur eine Weltgegend haben? Wie verhalten sich die Polhöhen zweier Orte, die genau ost- und westwärts von einander liegen? Wie groß ist der Unterschied der geographischen Breiten zweier Orte, die auf derselben Halbkugel genau nord- und südwärts von einander liegen?

Kann jeder nicht untergehende Stern zur Bestimmung der Polhöhe eines Ortes genommen werden, wenn man sich der oben angegebenen Methode bedienen will? Oder muß der Stern innerhalb eines gewissen Raumes stehen, und wo?

Haben die 30 geographischen Klimate gleiche Breite? Warum ist das physische Klima vom geographischen oft sehr verschieden? Im wie vielsten geographischen Klima liegt Berlin, wo der längste Tag 16 Stunden 45 Minuten dauert?

3. Die Größe der Erde.

Unter der Größe der Erdkugel kann man nur ihre Ausdehnung verstehen. Eine Kugel ist ein Körper. Ein Körper hat drei Ausdehnungen, die gewöhnlich Länge, Breite und Dicke oder Höhe genannt werden. Da nun eine Kugel als Körper auch diese drei Ausdehnungen hat, so fragt sich, welche derselben an ihr die Länge, welche die Breite, welche die Dicke heißt. Das Letztere ist am deutlichsten; unter der Dicke versteht man die Größe eines Durchmessers. Dieser ist eine gerade Linie, eine Linie hat nur Länge; folglich könnte man die Dicke auch Länge nennen. Kurz die Ausdrücke Länge, Breite und Dicke passen nicht recht auf die Kugel, obgleich man, wenn man im Mittelpunkte drei gerade Linien, nämlich Durchmesser, senkrecht auf einander errich-

tet, die eine die Länge, die zweite die Breite, die dritte die Dicke nennen kann. Alle drei sind an Länge der Ausdehnung einander gleich. Die Größe des Durch= oder Halbmessers bestimmt die Größe der Kugel. Diese wird noch auf zwei andre Weisen bestimmt oder gemessen: nach der Größe ihrer Oberfläche und nach der Größe des Raumes (Cubikinhaltes), den sie einnimmt. Unter der Größe einer Kugel kann man daher die Länge des Halb= oder Durchmessers, die Größe der Oberfläche (den Oberflächen=Inhalt) und die Größe des Würfelinhaltes verstehen.

Die meisten der jungen Leser wissen schon, daß die eine dieser drei Größen die beiden andern bestimmt. Aus der einen kann man die beiden andern durch eine leichte Rechnung finden. Will man daher die Größe einer Kugel, d. h. Länge des Halb= oder Durchmessers, Oberflächen= und Cubikinhalt derselben, wissen, so hat man nur eine dieser Größen zu suchen.

Es kommt nun darauf an, welche von ihnen wir unmittelbar von der Erdkugel finden können.

Den Cubikinhalt würden wir haben, wenn wir wüßten, wie oft ein bekannter Cubus oder Würfel, z. B. eine Cubikruthe, Cubikmeile, in ihr enthalten ist. Der Oberflächen=Inhalt wäre bekannt, wenn wir wüßten, wie viele Quadratruthen oder Quadratmeilen sich aus der Oberfläche herausschneiden ließen. Und die Länge des Halbmessers wäre bekannt, wenn wir sie nach Längenruthen oder Meilen bestimmen könnten.

Die Erdkugel in Cubikmeilen zu zerlegen, die gerade Linie von der Oberfläche, auf der wir uns befinden, bis zum Centrum der Erde zu messen — wir brauchen es nur zu überlegen, um die Unmöglichkeit einzusehen. Es bleibt also nur der Gedanke an die Bestimmung der Ausdehnung der Oberfläche übrig. Aber wie dieses vollziehen, nicht nur wegen der großen Ausdehnung der Oberfläche, ihrer Höhen und Tiefen, sondern wegen der großen Meeresflächen? Auch dieses müssen wir für unmöglich erklären.

Da fällt uns aber noch zum Glücke ein, daß eine Kugel auch einen Umfang hat, der durch die Länge der Peripherie eines größten Kreises, d. h. eines solchen, dessen Halbmesser der Radius

der Kugel ist, gemessen wird. Wie wäre es, wenn wir diesen Umfang messen könnten? Z. B. den Umfang des Aequators oder eines Meridians?

Ja wenn wir nur einen Theil eines solchen größten Kreises messen könnten, und wüßten, der wie vielste Theil er von dem ganzen Umfang wäre! Denn der Umfang bestimmt die Länge des Halbmessers — die Aufgabe wäre gelöset.

Erinnern wir uns zu dem Ende, daß, wenn wir uns in der Richtung eines Meridians nordwärts bewegen, ein Stern sich gerade um eben so viel Grade mehr am Himmel über den Horizont erhebt, als wir uns auf dem Meridian der Erde fortbewegt haben. Messen wir daher jene Grade, was durch ein einfaches Winkelinstrument geschehen kann, und messen wir zugleich mit einem Längenmaaß, z. B. einer Ruthe, die Länge des Weges, den wir auf der Erde zurückgelegt haben, so wissen wir aus der ersten Messung, wie viel Grade des Meridians, d. h. eines größten Kreises, wir zurückgelegt haben, und aus der zweiten Messung, wie lang diese Grade in Ruthen oder Meilen sind.

Solche Messungen sind wirklich vorgenommen worden, in Frankreich, England, Peru, Lappland und an andern Orten. Man nennt sie Gradmessungen. Sie setzen große Geschicklichkeit und Genauigkeit voraus. Gelehrte Männer haben sie mit großer Anstrengung vollzogen und als Resultat gefunden, daß ein Grad eines Meridians im Durchschnitt 15 geographische Meilen — eine geographische Meile hat 23640, eine preußische 24000 rheinländische Fuß — lang ist.

Damit ist die ganze Aufgabe gelöset. Denn alles Uebrige ist ein leichtes Rechenexempel, das wir anstellen wollen.

1. Wie lang ist nun der Umfang der Erde?

Antwort. Jeder Kreis hat 360°; da nun der Grad eines Meridians 15 geographische Meilen lang ist, so beträgt der Umfang der Erde 360mal 15 = 5400 geographische Meilen. Diese Länge hat jeder größte Kreis der Erde, folglich auch der Aequator. Wer also in der Richtung des Aequators oder eines Meridians oder eines beliebigen größten Kreises eine Reise um die

Erde macht, hat 5400 geographische Meilen zurückgelegt. Rechnet man 10 Meilen auf den Tag, so dauert die Reise 540 Tage.

2. Wie weit sind wir von dem Mittelpunkte der Erde entfernt, wie groß ist der Halb- und Durchmesser der Erde?

Antwort. Die Geometrie lehrt, daß der Umfang eines Kreises sich zum Durchmesser ungefähr verhält $= 22 : 7 = 314 : 100$. Folglich ist ein Erddurchmesser $= \frac{100}{314} \cdot 5400 = 1719$ oder in runder Zahl 1720 geographische Längenmeilen. Folglich ist der Halbmesser $= \frac{1720}{2} = 860$ geographische Meilen lang, und so weit sind wir Bewohner der Erdoberfläche vom Centrum der Erde entfernt.

3. Wie groß ist die Oberfläche der Erde?

Antwort. Die Stereometrie zeigt, daß die Oberfläche einer Kugel gefunden wird, wenn man den Umfang ihres größten Kreises mit ihrem Durchmesser, versteht sich: die Zahlen, in welchen diese Längen ausgedrückt sind, mit einander multiplicirt. Die Oberfläche der Erde ist folglich $5400 \cdot 1720 = 9288000$ Quadratmeilen groß. Kaum der vierte Theil davon ist festes, bewohnbares Land. Man denke an das Verhältniß der Größe des festen Landes zu der Ausdehnung der Weltmeere und an die unbewohnbaren Theile der nördlichen kalten Zone!

4. Wie groß ist der körperliche Inhalt der Erdkugel?

Antwort. Die Stereometrie zeigt, daß man den Cubikinhalt einer Kugel erhält, wenn man die Oberfläche derselben mit dem sechsten Theil des Durch- oder dem dritten Theil des Halbmessers multiplicirt. Folglich ist der körperliche Inhalt der Erde $= \frac{9288000 \cdot 1720}{6} = 2659120000$ Cubikmeilen groß.

Zusatz 1. Die Leser werden bisher zweierlei gedacht haben: einmal, daß in vorstehenden Berechnungen nur runde Zahlen genommen sind, worin sie Recht haben; zweitens, daß die Erde

als vollkommne Kugel angenommen worden, was sie doch wegen der auf ihrer Oberfläche befindlichen Höhen und Tiefen nicht ist, worin sie ebenfalls Recht haben.

Aber weicht ihre Gestalt wegen der Höhe der Berge und Gebirge bedeutend von der Kugelgestalt ab? Dieses hängt von der Höhe der Berge, nicht von ihrer absoluten Höhe, sondern von dem Verhältniß ihrer Höhe zur Länge des Erddurchmessers ab.

Nun hat der höchste bekannte Berg, der Dhawalagiri, in runder Zahl nicht mehr denn 27000 Fuß (Fuß!), der Chimborazo ist nur 20000 Fuß hoch. Da eine geographische Meile 23640 Fuß lang ist, so hat also der höchste Berg der Erde eine Höhe von wenig über $1\frac{1}{8}$ geographische Meile, ungefähr $\frac{1}{1500}$ des Erddurchmessers. Folglich weicht die Gestalt der Erde darum sehr wenig von der Gestalt einer vollkommnen Kugel ab. An einem Globus von 3 Fuß Durchmesser, der doch eine hübsche Größe hat, würde es kaum die Dicke des Papiers betragen, mit dem er beklebt ist.

Zusatz 2. Aber an einen andern Umstand haben die Leser nicht gedacht, wenn sie es nicht anderswoher wissen.

Diesen Umstand haben die genauen Gradmessungen an's Licht gebracht.

Man hat in Peru, in Lappland, in Frankreich u. s. w. Meridiangrade gemessen und gefunden, daß die Grade nicht genau gleich lang sind. Am Aequator sind sie am kleinsten, in Lappland, nicht sehr weit vom Pol, am größten, in Frankreich, überhaupt in mittleren geographischen Breiten, haben sie eine mittlere Länge.

Um ein Beispiel zu nennen: man hat (in runden Zahlen) einen Grad am Aequator 56,700 französische Toisen
Grad in Lappland 57,400 — —
Grad in Frankreich 57,000 — —
lang gefunden. (Eine Toise =6 Fuß.)

Dieses Resultat ist für sicher zu erachten. Andre Beobachtungen, die noch nicht hieher gehören, bestätigen es.

Die Leser müssen überlegen, was daraus folgt. Was folgert

der Verstand daraus? Mit Augen sehen kann man es nicht. Wenn sie sich Kreise von verschiedenen, größeren und kleineren Halbmessern denken, so werden sie es finden.

Jede Kreisperipherie hat 360 Grade; ein größerer Kreis hat längere, ein kleinerer kürzere Grade. Die Peripherie jenes ist mehr flach, als diese; der kleinere Kreis ist mehr krumm.

Wenn also die Grade der Meridiane ungleiche Länge haben, so muß die Erde da, wo die kleineren Grade sind, mehr krumm, da, wo die größeren Grade sind, mehr flach sein. Mit andern Worten: Die Oberfläche der Erde gehört am Aequator einem kleineren, näher nach den Polen zu einem größeren Kreise an. Oder, wie man sich gewöhnlich auszudrücken pflegt: Die Erde ist an den Polen abgeplattet, sie hat eine pomeranzenförmige oder sphäroidische Gestalt (Sphäroid). Folglich ist die Erdachse kürzer als ein Durchmesser des Aequators.

Um wie viel?

Genaue Berechnungen der Astronomen, auf den Grund der Gradmessungen angestellt, haben gezeigt, daß die Länge eines Durchmessers des Aequators sich zur Länge der Erdachse wie 287 : 286 (Andre nehmen das Verhältniß = 284 : 283 an) verhält, daß die Erdachse der Theile, deren der Durchmesser des Aequators 287 enthält, 286 hat, oder daß die Erdachse um $\frac{1}{287}$ kleiner als der Aequator-Durchmesser. Wie viel Meilen beträgt dieser Unterschied?

Antwort: $\frac{1720}{287} = 7$ Meilen ungefähr. Um so viel ist die Erdachse kürzer als ein Durchmesser des Aequators; sie ist also in runder Zahl 1713 Meilen lang. (Andre berechnen den Unterschied zu 5 bis 6 Meilen *).)

---

*) Obige Verschiedenheiten rühren von dem Verhältniß her, das man annimmt. Poppe giebt in seiner ausführlichen physikalischen Geographie und Atmosphärologie den polaren Durchmesser zu 1714, den äquatorialen zu 1724, den Unterschied also zu 10 Meilen an. Dieses ist offenbar zu viel. Nimmt man das Mittel aus obigen Verhältnissen 286 : 285, so ist es so: Durchmesser des Aequators $= \frac{5400}{\pi} = 1718{,}87.. = 1719$; Erdachse

In kleinem Maaßstabe läßt sich dieses nicht sichtbar machen. Aber ihr möget eine Zeichnung darüber entwerfen! Ein künstlicher Globus wird vollkommen rund gemacht. Nur auf manchen (Kummer'schen Relief-) Globen sind die Länder höher dargestellt als die Oceane, nur (der Anschaulichkeit wegen) in vergrößertem Maaßstabe; aber die Abplattung ist nicht dargestellt, man muß sie sich denken.

Resultat: Die Erde ist eine Kugel, aber keine streng mathematische. Wegen der Berge und Tiefen weicht ihre Gestalt sehr wenig, wegen der Abplattung etwas mehr von der Kugelgestalt ab.

Frage: Woher rührt diese Abplattung? Welches ist ihre Ursache?

Der wißbegierige Mensch denkt gern über die Ursachen der Wirkungen nach. Die Abplattung der Erde ist eine Wirkung. Wirkungen setzen Kräfte voraus. Welches sind die Kräfte, oder welches ist die Kraft, durch deren Thätigkeit die Abplattung der Erde entstanden ist? Eine schwer zu beantwortende Frage!

Wir sehen uns nach andern Erscheinungen um, durch welche eine abgeplattete Kugel entsteht. Aehnliche Wirkungen deuten hin auf ähnliche Ursachen.

Wenn wir z. B. eine runde weiche Thonmasse schnell um einen Stab, der als ihre Achse angesehen werden kann, herumdrehen (auf einer Tret- oder Töpferscheibe): so bleibt die Thonmasse nicht rund, sondern sie nimmt eine pomeranzenförmige Gestalt an. An den Stellen, welche bei der Drehung am schnellsten umlaufen und die den Aequator derselben darstellen, erhebt sich die Masse, so daß ein Durchmesser dieses Aequators länger wird als die Achse, um die sich die Thonmasse dreht.

$=\frac{285}{286}\cdot 1718{,}87\ldots = 1712{,}86\ldots$, die Abplattung also $=6$ Meilen. Nimmt man nach Andern das Verhältniß 306:305, so erhält man $\frac{305}{306}\cdot 1718{,}87 = 1713{,}27$ für die Länge der Erdachse; der Unterschied ist dann noch nicht einmal 6 Meilen.

Ist die Erde auf dieselbe Weise, durch dieselbe Kraft eine abgeplattete Kugel geworden?

Wenn ja, so müßten wir auf zwei Ursachen schließen: 1) daß die Erde ursprünglich sich in einem weichen Zustande befunden habe; 2) daß sie sich um die gerade Linie, welche die Pole verbindet, d. h. um ihre Achse herumgedreht habe, oder noch herumdrehe.

Daß das Erste statt gefunden habe (jetzt ist es bekanntlich nicht mehr der Fall), behaupten die Naturforscher, die Kenner des Innern der Erdrinde; ob es mit dem Andern, der wirklichen Drehung der Erde um ihre Achse, ebenfalls seine Richtigkeit habe — dieses bedarf der näheren Untersuchung. Das Folgende wird uns den Aufschluß darüber bringen.

4. Die Bewegung der Erde um ihre Achse (die Achsendrehung).

Wie wir wissen, besteht die tägliche Bewegung der Himmelskörper darin, daß sich alle mit einander, ohne irgend eine Ausnahme, auch fast in gleicher Zeit, d. h. in 24 Stunden, um eine gerade Linie drehen, welche den Nordpol des Himmels mit dem Südpol verbindet und Himmelsachse genannt wird. So lehrt es der Augenschein; so haben es unsre Väter gesehen, so werden es unsre Enkel wahrnehmen.

Dem sinnlichen Menschen kommt nicht leicht ein Zweifel an der Richtigkeit dessen, was er mit den Sinnen wahrnimmt. Aber dem Denkenden! Das Nachdenken bringt den Fortschritt in den Wissenschaften, wie in dem Leben. Ein einziger Fortschritt, ein neuer Gedanke, eine neue Beobachtung, kurz irgend eine neue Zuthat zu der bisher erbeuteten Summe der Erkenntnisse, führt nicht selten zu einer ganz andern Art der Auffassung der Dinge. Darum sage Keiner, daß es unbedeutende, oder gar schädliche Wahrheiten, nützliche Irrthümer gäbe. Es ist ein schnöder Gedanke. Jede Wahrheit ist wichtig, aller Irrthum nachtheilig und verderblich.

Ueberlegen wir nur einmal kurz, was Alles dazu gehört, was

Alles sein und bestehen muß, wenn sich der ganze Himmel wirklich alle 24 Stunden um die Erde wälzt, und ob die Sache dann noch für wahrscheinlich gehalten werden kann.

Sterne, die in dem Aequator stehen, haben bei der täglichen Bewegung die größte Geschwindigkeit, sie legen in derselben Zeit den größten Raum zurück. Je weiter von ihnen ab, desto langsamer, nahe den Polen ganz langsam, die Pole selbst ruhend. Dieser Schein konnte so lange für Wahrheit genommen werden, so lange man meinte, daß die Sterne an einem blauen Firmament festgeheftet seien, das sich mit ihnen von Osten gegen Westen um die Erde schwinge. Sobald man aber in Erfahrung brachte, daß die Sterne Weltkörper seien, in ganz verschiedenen Entfernungen von der Erde, größtentheils in ungeheuren Entfernungen, von denen die lebhafteste Phantasie sich keine Vorstellung machen kann; sobald es gewiß wurde, daß die Sonne ein Körper sei, der die Größe der Erde millionenmal übertreffe; sobald man einsah, daß die Erde in allen übrigen Eigenschaften den Planeten Venus, Mars, Jupiter u. s. w. gleich sei, die sich um sich selbst drehen u. s. w.: konnte die Meinung einer Drehung des Himmels um die Erde nicht fortbestehen. Die Weltkörper müßten, ungeachtet ihrer verschiedenen Entfernungen, ungeachtet ihrer unermeßlichen Entfernungen, alle in derselben Zeit ihren Umlauf um die Erde vollenden, und zwar um die — mit ihnen (wenigstens einigen) verglichen — kleine, unbedeutende Erdkugel, also das Große um das Kleine, Alles um das Eine, das Glänzende um das Dunkle, die Sonne um die Erde? Welche Kräfte sollten, könnten das vollbringen?

Die Ansicht ließ sich nicht mehr halten, sie verschwand den denkenden Menschen unter den Händen. So geht es auch mit andern Wahrheiten, d. h. mit für wahr gehaltenen, aber falschen Ansichten, sie verschwinden erst Einem, dann Mehreren, nach und nach ganzen Zeitaltern. Man stemmt sich Anfangs dagegen, möchte gern noch das festhalten, was man so lange für wahr gehalten, woran alle unsre Vorfahren geglaubt haben — aber es ist nicht mehr möglich, wir können uns gegen den Fortschritt nicht

nicht verschließen, die Ueberzeugungen ändern sich trotz unsers Wunsches und Willens, und wir — mit ihnen.

Nicht, was du siehst oder zu sehen meinst, ist; die Sterne mit Sonne und Mond bewegen sich nicht um dich herum, du drehst dich selbst. Es ist ein großer, kühner Gedanke. Die Bewegung jener ist nur Schein, deine eigne Bewegung ist Wirklichkeit.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre eigne Achse, und zwar in der, der scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes entgegengesetzten Richtung, von Abend gegen Morgen, von Westen gegen Osten.

Versuchen wir es einmal mit dieser Ansicht, ob mit ihr die Erscheinungen übereinstimmen, ob sich dieselben aus ihr erklären lassen, ob die Sache so einfach und natürlich wird. Das ganze Universum, das Große wie das Kleine, trägt den Charakter der Einfachheit an sich. Das Einfachste pflegt auch das Natürlichste zu sein.

Wir wissen es ja schon, daß der sinnliche Schein trügt. Wir bewegen uns sanft auf einem Nachen: das Ufer scheint sich zu bewegen. Der Nachen dreht sich sanft im Kreise herum, wir merken seine Bewegung nicht: das Ufer mit den Gegenständen darauf scheint sich in umgekehrter Richtung um uns zu bewegen.

Gerade so verhält es sich mit der Erde. Sie dreht sich von Westen gegen Osten um sich selbst, wie man zu sagen pflegt, es geschieht im Weltraume, ohne Anstoß gegen andre Körper, sanft, gleichmäßig, wir merken es nicht an uns und den Dingen auf der Erde: aber wir merken es an den Körpern am Himmel, die an der Bewegung nicht Theil nehmen, diese scheinen sich in umgekehrter Richtung um die Erde zu drehen, in derselben Zeit, in welcher diese sich wirklich dreht. Die Sache ist einfach und natürlich; so ist es. Anders kann es nicht sein. Alle bekannten Planeten bewegen sich von Abend gegen Morgen um ihre Achsen; die Sonne selbst dreht sich um ihre Achse: dasselbe gilt von der Erde.

Wir können es beweisen. Nur aus dieser Annahme (Hypothese) lassen sich andre Erscheinungen begreifen, erklären. Was

sein muß, damit Anderes, was ist, bestehen könne, ist wirklich. Das sich Widersprechende muß vom Verstand verworfen werden; das Uebereinstimmende muß er für wahr halten.

Beweise für die Achsendrehung der Erde.

1. Die Abplattung der Erde an den Polen. Diese kennen wir schon. Ein weicher Körper, der sich um eine Achse schwingt, plattet sich an den Endpunkten der Achse ab. Die Erde hat sich an entgegengesetzten Punkten abgeplattet und sich — was man aus andern Erscheinungen weiß — ursprünglich in einem weichen Zustande befunden: folglich hat sie sich um die Achse gedreht (und warum sollte sie sich nicht noch drehen?). Die Abplattung rührt von der Achsendrehung her. Auch die übrigen, sich um die Achse drehenden Planeten sind an den Polen abgeplattet; je schneller sie sich drehen und je größer sie sind, desto mehr, z. B. Jupiter. Aus der Wirkung erschließen wir die Ursache; aus der Größe der Wirkung auf die Größe der Ursache.

Die Anziehungskraft ist in der Materie, in jedem Theil des Erdkörpers, auch im kleinsten. Vermöge derselben vereinigen sie sich, bleiben zusammen, und nehmen, wenn sie durch andre Kräfte nicht daran gehindert werden und Ruhe oder Gleichgewicht eintreten soll, die Kugelgestalt an. Also die Erde. Dreht sich eine solche Kugel um eine Achse, so erhalten die Theile, welche am weitesten von der Achse entfernt sind, unter dem Aequator, die größere Geschwindigkeit seitwärts, dem Zug nach dem Mittelpunkte entgegen. Die Theile des Aequators legen in derselben Zeit den größten Weg zurück. Sie bekommen also auch durch die Drehung am meisten das Bestreben, sich von dem Centrum zu entfernen, eine das Centrum fliehende Kraft wird ihnen eigen, die Schwung- oder Fliehkraft (Centrifugalkraft). Dieser Schwungkraft folgen sie, je nach ihrem Verhältniß zur Schwerkraft; diese wird durch jene vermindert; die Theile des Aequators drücken also weniger nach dem Mittelpunkte, als die Theile von den Polen her, das Gleichgewicht ist in der zusammenhängenden weichen

Masse gestört. Was den Theilen an Energie des Drucks abgeht, muß durch die Masse der Theile ersetzt werden, folglich werden sich die Theile an dem Aequator anhäufen, die Theile an den Polen werden dem Mittelpunkte näher rücken, d. h. die Erde muß sich abplatten.

Es ist geschehen. Daß es geschehen konnte, setzt einen weichen, chaotischen Zustand der Erde voraus. Folglich ist auch dieser gewiß. Und eben so gewiß, daß sich die Erde von Anfang an um eine Achse, und zwar um dieselbe, um die sie sich noch jetzt dreht, gedreht hat *). Manche Naturforscher haben, um das Vorhandensein ursprünglich tropischer Produkte in kalten Gegenden zu erklären, angenommen, die Erde habe sich ehemals um eine andre Achse gedreht. Aber dann müßte sie an andern Punkten abgeplattet sein; und wenn die jetzige Achsendrehung erst eingetreten wäre, nachdem die festen Massen sich gebildet, so hätte sie sich an den Endpunkten ihrer jetzigen Achse nicht abplatten können.

(Aber wodurch ist die Achsendrehung entstanden? Wer diese Frage thut, muß sie sich zu beantworten suchen. Der große Kant versucht eine Antwort darauf in seiner berühmten Abhandlung: „Naturgeschichte des Himmels".)

2. Directe Versuche. Benzenberg ließ im Innern des Michaelisthurmes in Hamburg von einer Höhe von 340 Fuß Bleikugeln herabfallen. Im Durchschnitt trafen sie ostwärts vom Fußpunkte des Bleilothes auf der Erde ein; was folgt daraus?

Wirken zwei Kräfte unter einem Winkel zugleich auf einen Körper, so geht er in einer mittleren Richtung (in der Richtung des durch die beiden Kräfte und den Winkel, den ihre Richtungen mit einander machen, gebildeten Parallelogramms). Dreht

*) Ein rotirender Körper wälzt sich immer um die kleinste seiner Achsen. Man veranschaulicht dieses an einem Ei: möglicher Weise kann es auf die Spitze gestellt werden, aber es fällt bei der kleinsten Bewegung; es ruht nur auf der breiten Fläche. Eine andre Achse kann auch die Erde nicht gehabt haben; alle Erklärungsversuche daraus sind falsch.

sich nun die Erde um ihre Achse von Westen gegen Osten, so haben alle mit der Erde verbundene Körpertheile, folglich auch alle feste Gegenstände auf der Erdoberfläche, die Bewegung von Westen gen Osten, und zwar eine desto größere, je näher sie dem Aequator liegen und je weiter sie sich von der Erdoberfläche entfernen. Die Spitze eines Thurmes hat z. B. eine größere Geschwindigkeit als der Fuß desselben. In dem Augenblicke, in dem man eine Bleikugel von der Spitze senkrecht herabfallen läßt, wirken zwei Kräfte auf sie: die Schwer- und die Schwungkraft. Beide treiben sie in der Diagonallinie des durch sie bestimmten Parallelogramms.

In Fig. 16. sei o der Mittelpunkt der Erde, cd ein Theil der Oberfläche, ca ein Thurm, und die Erde schwinge sich mit dem Thurm in der Richtung von c nach d um. Der Punkt a beschreibt in derselben Zeit, in welcher der Punkt c den Raum cd durchläuft, den größeren Bogen ab. Gesetzt nun, eine von a herabgelassene Kugel würde sich in derselben Zeit, vermöge der Anziehungskraft der Erde oder vermöge ihrer Schwerkraft, durch ac bewegen, während sie von der Achsendrehung durch ab geführt worden wäre, so wirken im Augenblick des Fallens zwei Kräfte auf sie, deren Stärke durch die Linien ac und ab dargestellt wird. Sie wird also durch die Diagonale des dadurch bestimmten Parallelogramms laufen. Ziehen wir eine gerade Linie aus b parallel mit ac, so muß diese rechts von bd liegen, ihr Fußpunkt e muß rechts (ostwärts) von d fallen. Die Bleikugel fällt also in der Zeit durch die Linie ae, während der Fußpunkt des von a herabgelassenen Lothes, d. h. c, von c nach d geht, und wenn c in d ankommt, ist die Kugel in e, d. h. die Bleikugel muß ostwärts abweichen, wenn die Erde sich wirklich von Westen nach Osten dreht. Die Erfahrung lehrt aber, daß jenes wirklich statt findet; folglich ist auch dieses.

3. Die Passatwinde.

Erdboden und Luft werden in der heißen Zone am meisten erwärmt. Erwärmte und dadurch ausgedehnte Luft wird leichter

als kältere Luft und steigt dadurch in die Höhe. So kommt es, daß sich die Luft in den tropischen Gegenden erhebt, sich weiter von der Oberfläche entfernt, und nach Norden und Süden abfließt. Die kältere Luft dringt umgekehrt an der Oberfläche der Erde, vom Nord- und Südpol her, nach dem Aequator. Auf diese Weise entsteht also eine schöne Ausgleichung der Temperatur auf der Erde (wie wir in Europa z. B. dem Umstande, daß das heiße Afrika, der Kochofen der Erde, uns gerade südlich liegt, die größere Wärme zu verdanken haben, in Vergleich mit Orten in Asien und Amerika, die gleich weit nördlich vom Aequator entfernt sind). Durch diese Luftbewegung entsteht also z. B. auf der nördlichen Halbkugel ein Wind von Norden gegen Süden an der Erdoberfläche. Die Luft kommt aus Gegenden, welche wegen der Achsendrehung eine geringere Bewegung nach Osten haben, als die, nach welchen sie weht. Dieses hat die Folge, daß diese ihr voraneilen, oder sie zurückbleibt, oder, was dasselbe ist, eine Richtung nach Westen, von Osten her, zu haben scheint. Zwei Kräfte wirken also auf diese Luft, die eine nach Süden, die andre nach Westen; sie muß also zwischen beiden Weltgegenden, nach Südwest fortgehen, d. h. aus Nordost wehen, ein Nordost-Passat muß entstehen, wenn die Erde sich wirklich von Westen gegen Osten dreht. Auf der nördlichen Halbkugel weht in den tropischen Gegenden wirklich ein Nordost-Passat; folglich dreht sich die Erde wirklich von Westen gegen Osten.

Für die südlichen tropischen Gegenden gilt dasselbe. (Mehr gehört von den Passaten nicht hieher. Wer sich genauer darüber belehren will, lese: „Dove, meteorologische Untersuchungen. Berlin, Sander'sche Buchhandlung, 1837" (1 Rthlr. 16 gGr.), ein Werk, das die neuesten Fortschritte der Wissenschaft in dieser Beziehung enthält.)

Resultat: Die Erde dreht sich von Westen gegen Osten in 24 Stunden um ihre Achse.

Folgerungen.

1. Die Achse, als mathematische Linie gedacht, nimmt an

der Drehung keinen Theil. Von allen Punkten auf der Oberfläche ruhen also allein die beiden Pole als mathematische Punkte.

2. Jeder Punkt auf der Oberfläche beschreibt in 24 Stunden einen Kreis, der mit dem von beiden Polen gleichweit entfernten Kreise, dem Aequator, parallel liegt, einen Parallelkreis, dessen Mittelpunkt in der Achse liegt. Je weiter diese Kreise vom Aequator entfernt sind, desto kleiner sind sie.

3. Ein Punkt auf dem Aequator legt in 24 Stunden den größten Weg zurück, hat folglich die größte Achsengeschwindigkeit. Die Achsengeschwindigkeiten zweier Punkte auf der Oberfläche verhalten sich, da die Zeiten gleich sind, wie die Räume, d. h. wie die Peripherien der Parallelkreise, oder deren Halbmesser.

Wie groß ist der Raum, den ein Punkt auf dem Aequator in einer Stunde, Minute, Secunde zurücklegt?

Antwort. Der ganze in 24 Stunden durchlaufene Raum ist 5400 geographische Meilen; der Raum einer Stunde folglich $= \frac{5400}{24} = 225$ geographische Meilen; einer Minute $= \frac{225}{60} = 3\frac{3}{4}$ Meilen; einer Secunde $\frac{3\frac{3}{4}}{60}$ Meilen $= \frac{3\frac{3}{4} \cdot 24000}{60}$ Fuß $= \frac{90000}{60}$ Fuß $= 1500$ Fuß. Die Geschwindigkeit ist 1500 Fuß in einer Secunde. Eine artige Schnelligkeit! Eine Kanonenkugel mag in einer Secunde 600 Fuß zurücklegen, der Schall 1040 Fuß.

Ein Punkt der Oberfläche, dessen geographische Breite $= 50^{\circ}$ ist, legt etwa 900 Fuß in der Secunde zurück. Die Schwungkraft ist folglich am Aequator am größten; daher die Verminderung der Schwere; daher die Erhöhung am Aequator, die Abplattung an den Polen.

4. Um wie viel durch diese Schwungkraft die Schwerkraft am Aequator vermindert wird, verstehen die Physiker zu berechnen. (Schwere an den Polen zu der an dem Aequator $= 289 : 288$.)

Am Aequator fällt ein Körper am langsamsten, an den Polen am schnellsten. Mit der geographischen Breite nimmt die Fallgeschwindigkeit zu. Da nun die Schwerkraft auch die Ursache der Schwingungen des Pendels ist, und die Wirkungen sich

nach den Ursachen richten, so muß ein und dasselbe Pendel am Aequator langsamer schwingen, als in höheren Breiten. Oder wenn z. B. 2 Pendel, von welchen das eine in Peru, das andre in Paris hängt, Secundenpendel sind, d. h. in jeder Secunde eine Schwingung machen, so ist das Secundenpendel in Peru kürzer als das in Paris. Je kürzer ein Pendel ist, desto schneller schwingt es an einem und demselben Orte. Da nun die Physiker die Abnahme der Schwere, welche am Aequator durch die Schwungkraft hervorgebracht wird, berechnen können, so sind sie auch im Stande, zu bestimmen, wie lang dort ein Secundenpendel sein wird, oder um wie viel ein von Paris dorthin gebrachtes Pendel verkürzt werden muß, um wieder in jeder Secunde eine Schwingung zu machen. Aber es findet sich, daß das Pariser Secundenpendel am Aequator, wenn es Secundenpendel bleiben soll, mehr verkürzt werden muß, als aus der Verminderung der Schwerkraft durch die Schwungkraft bei vorausgesetzter Kugelgestalt der Erde folgt. Daraus hat man geschlossen, daß eine zweite Ursache vorhanden sein muß, welche die Stärke der Anziehung der Erde vermindert. Da man nun weiß, daß sich diese Anziehung vermindert, wenn man sich von dem Mittelpunkte der Anziehung (dem Schwerpunkte der Erde) entfernt, so schließt man wiederum, daß man am Aequator weiter von demselben entfernt ist, als wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Ja man kann berechnen, um wie viel weiter, d. h. man kann durch das Pendel den Unterschied des Aequatordurchmessers und der Erdachse, d. h. die Abplattung der Erde, finden. So dient das Pendel dazu, die Gestalt der Erde zu bestimmen. Diese Gedanken möge der Leser für sich durchdenken. Die Sache ist sehr merkwürdig. Durch ein einfaches Pendel bestimmt man die Gestalt der Erde, die doch kein sterbliches Auge gesehen hat, noch sehen wird! So bringt der menschliche Geist Verborgenes an das Licht. Die Astronomie ist sein Triumph!

5. Die Achsendrehung der Erde erzeugt die Erdachse, den Erdäquator, die Erd-Parallelkreise, und durch diese entstehen die Himmelsachse, der Himmelsäquator, die Parallelkreise des Him-

mels, nicht umgekehrt. Die Erdachse ist das Erste, die Himmelsachse das Zweite, eine Folge des Ersten. Wir nehmen zwar zuerst das Dasein der Himmelsachse wahr, oder denken uns, durch Erscheinungen veranlaßt, zuerst die Himmelsachse, und schließen auf die Erdachse; aber physisch ist diese die Ursache jener. So pflegt es zu gehen: die Wirkungen sind uns früher bekannt, als die Ursachen, welche erschlossen sein wollen.

6. Die Bewegungen, welche die Punkte auf der Oberfläche der Erde wirklich haben, scheinen die ihnen entsprechenden Punkte des Himmelsgewölbes zu haben. So z. B. haben Orte, welche auf dem Erdäquator liegen, die größte Achsengeschwindigkeit von Westen nach Osten, und so scheinen Sterne, die im Himmelsäquator stehen, die größte Drehgeschwindigkeit um die Erde zu haben von Ost gen West. Die Endpunkte der Himmelsachse scheinen zu ruhen, weil die Endpunkte der Erdachse wirklich ruhen. Was dort zu sein scheint, ist hier.

7. Da die ruhenden Himmelspole, wie der Himmelsäquator, stets dieselben Orte einnehmen, ihre Lage gar nicht ändern, so folgt daraus, daß die Erdachse immer denselben Punkten des Himmels zugewandt, daß ihre Lage eine beständige ist. Sie schwankt nicht hin und her. Dieses ist ein sehr wichtiger Satz. Die Leser wollen sich ihn besonders merken! Ob nun auch daraus folgt, daß die Erde immer auf derselben Stelle im Weltraume verweilet, daß der Mittelpunkt der Erde seinen Ort nicht verändert, wollen wir hier noch dahin gestellt sein lassen. Wer nichts weiter von der Sache weiß, wird dieses schließen.

8. Der Erdäquator wird, wie jeder Parallel- und jeder andre Kreis, in 360° eingetheilt. Denken wir uns durch jeden Grad einen größten Kreis gelegt, der durch Nord- und Südpol geht, so entstehen 360 Erdmeridiane, Halbkreise, deren Ebenen, bis zum Himmelsgewölbe verlängert, die 360 Meridiane des Himmels geben. Liegen zwei Orte auf demselben Erdmeridiane, so liegen sie gerade nord- und südwärts von einander. Da die Erde zu ruhen und der Meridian unsres Wohnortes festzustehen scheint,

so treten alle Meridiane des Himmels in 24 Stunden von Osten gegen Westen in unsern Meridian, und gehen scheinbar durch denselben. Wir können daher fragen: Wie viel Grade des Aequators und der Parallelkreise gehen in einer Stunde durch unsern Meridian?

Antwort. Da die Bewegung gleichmäßig ist, in jeder Stunde $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$.

Daraus folgt, daß ein Stern, der 15° östlich von einem andern entfernt ist, eine Stunde später in unsern Meridian tritt oder culminirt.

Umgekehrt können wir aus dem Unterschiede der Zeit des Culminirens zweier Sterne auf ihren Abstand nach Osten oder Westen schließen.

Derjenige Stern, der früher als ein andrer den Meridian passirt, steht mehr nach Westen zu. Da in jeder Stunde 15° durch den Meridian gehen, also 1° in 4 Minuten, so macht ein Zeitunterschied von 4 Minuten in Betreff des Culminirens einen Unterschied von 1°. Wie oft 4 Minuten Unterschied, so oft 1° Unterschied im Bogen. Wie oft 1 Stunde Unterschied, so oft 15° Unterschied im Bogen. 6 Stunden Zeit ... 90°, 12 Stunden Zeit ... 180°, 18 Stunden ... 270° mehr ostwärts oder 90° westwärts, 24 Stunden ... 360° oder 0°.

9. Einen Meridian hat man auf der Erde als den ersten angenommen, von dem aus die übrigen gezählt werden. Man denkt ihn durch die westlich von Nordafrika liegende Insel Ferro, 20° westwärts vom Meridian, der durch die Sternwarte von Paris geht, gelegt. Von ihm aus zählt man ostwärts fort bis 360°, dessen Meridian mit dem durch 0°, d. h. dem ersten, zusammenfällt, oder man zählt ostwärts und westwärts vom ersten bis 180°, so daß der 180ste nach Osten auch der 180ste gen Westen ist. Alsdann sind die Meridiane halbe Kreise, vom Nord- zum Südpole gehend.

Will man nun wissen, wie viel Grade der Meridian eines Ortes auf der Erde von dem ersten entfernt ist, so muß man die

Größe des Bogens des durch den Ort gelegten Parallelkreises bestimmen, des Bogens desselben, der zwischen dem Orte und dem Durchschnittspunkte des Parallelkreises mit dem ersten Meridian liegt.

In Fig. 17. bedeute NASE der ersten Meridian, a einen Ort; man will wissen, wie viel Grade er vom ersten Meridian entfernt ist.

Man legt durch a einen Parallelkreis be mit dem Aequator AE. Alsdann stellt der Bogen ba die Entfernung des Ortes a vom ersten Meridian vor; bd die Entfernung des Ortes d, be die Entfernung des Ortes e, Ac die des Ortes c, Ag die des Ortes g vom ersten Meridian.

Die Entfernung eines Ortes vom ersten Meridian (in dem angegebenen Bogen seines Parallelkreises ausgedrückt) nennt man seine geographische Länge. ab ist die geographische Länge des Ortes a, db die des Ortes d u. s. w. Da ab so viele Grade hat als cA, db so viele als gA u. s. w., so pflegt man die Grade der geographischen Länge auf dem Aequator AE zu bestimmen und, wenn es ein Globus ist, auf demselben abzulesen. Um Letzteres leicht zu machen, ist auf dem Erdglobus der erste Meridian verzeichnet, und außerdem läßt er sich unter einem feststehenden, messingenen Meridiane fortbewegen. Will man die geographische Länge eines Ortes wissen, so bringt man ihn unter den feststehenden Meridian, sieht zu, wo derselbe in den Aequator einschneidet, z. B. in c für den Ort a, und lieset die Zahl ab, die hier steht. Der Anfangspunkt derselben ist A.

10. Der erste Meridian, als ganzer Kreis gedacht, theilt die Erdoberfläche in 2 Hälften. Die östlich von NAS gelegene nennt man die östliche, die andre die westliche Halbkugel. Alle auf der östlichen Halbkugel liegende Orte haben östliche, alle auf der westlichen Halbkugel liegende haben westliche geographische Länge. Die auf dem Halbkreise NES liegenden Orte haben 180° östliche oder westliche Länge, wie man will.

11. Unter der geographischen Breite eines Ortes verstehen wir, nach dem Früheren, die Entfernung eines Ortes vom

Aequator, auf einem Bogen des Meridians des Ortes gemessen. Sie ist, wie wir uns erinnern, entweder nördlich oder südlich, höchstens 90°. Die geographische Länge eines Ortes ist entweder östliche oder westliche, höchstens 180°.

ac ist die geographische Breite, ab die geographische Länge des Ortes a. Da ac = bA, dg = bA u. s. w., so pflegt man die Grade der geographischen Breite auf den ersten Meridian zu tragen und von A an zu rechnen, auf- und abwärts. Bei N und S steht 90°. A ist also der Anfangspunkt für die geographische Länge und Breite. Die Grade jener werden von A, dem Nullpunkte, auf den Aequator ost- und westwärts, die Grade dieser von A aus nord- und südwärts auf den ersten Meridian getragen; von A bis E ost- und westwärts 180° bis E, von A bis N und S 90°.

Durch die geographische Breite wird der Parallelkreis bestimmt, unter oder auf welchem ein Ort liegt; durch die geographische Länge der Meridian, auf oder unter dem er sich befindet.

Beide schneiden einander in **einem Punkte**. **Folglich wird durch die geographische Breite und Länge eines Ortes seine Lage oder sein Ort auf der Oberfläche der Erde vollkommen genau bestimmt**, vorausgesetzt, daß bei der geographischen Breite angegeben ist, ob es nördliche oder südliche Breite, bei der geographischen Länge, ob sie östlich oder westlich zu verstehen sei.

Beispiel. Ein Ort habe eine nördliche Breite von 34° und eine östliche Länge von 25°; wo liegt er?

Man zählt auf einem Globus von A aus nordwärts auf dem Meridian 34°, z. B. Ab = 34°, und von A aus ostwärts auf dem Aequator 25°, z. B. Ac = 25°; durch b legt man einen Parallelkreis be mit AE, durch c einen Meridian NcS. Wo beide einander schneiden, in a, da ist die gesuchte Lage des Ortes.

12. Wie man die geographische Breite eines Ortes findet, wissen wir bereits. Durch die Polhöhe nämlich; denn die geographische Breite eines Ortes ist seiner Polhöhe gleich. **Aber**

wie findet man seine geographische Länge, d. h. seine Entfernung vom ersten Meridian?

Dieses kann auf mehrfache Weise geschehen, doch nicht so leicht, als man die geographische Breite bestimmt. Die verschiedenen Weisen aber wurzeln in demselben Gedanken. Es ist dieser:

Wüßten wir, wie viel Stunden oder Minuten der Ort, dessen geographische Länge bestimmt werden soll, früher oder später durch den festgedachten Meridian geht, oder, was dasselbe ist, wie viel später oder früher die Sonne ihm culminirt, als einem andern Orte, dessen geographische Länge bereits bekannt ist (wie z. B. die Länge von Paris, 20° östlich), so könnten wir aus dem Unterschiede der Zeit auf den Unterschied in der geographischen Länge schließen. Gesetzt, wir wüßten, die Sonne geht 44 Minuten früher durch den Meridian von Berlin, als durch den von Paris, so wüßten wir gleich, Berlin liegt mehr östlich als Paris, und wie viel?

4 Minuten thun 1 Grad,
44 — — ? —

Antwort: 11mal $1° = 11°$.

Da nun Paris 20° östliche geographische Länge hat, so ist die geographische Länge von Berlin $= 20° + 11° = 31°$ östlich vom ersten Meridian durch Ferro. So in allen Fällen.

Die Aufgabe reducirt sich also auf die: den Unterschied in der Zeit von zwei Orten zu finden, von deren einem die geographische Länge bereits bekannt ist.

a) Durch eine genau gehende Uhr.

Man stellt z. B. in Paris eine Uhr nach der wahren Zeit. Die Zeit eines Ortes wird immer nach dem Augenblick des Durchgangs des Mittelpunkts der Sonne durch den Meridian des Ortes regulirt. Nun bringt man die fortgehende Uhr nach dem Orte, dessen geographische Länge man wissen will, und beobachtet hier den Unterschied in der Zeit der mitgebrachten, nach Pariser Zeit gehenden Uhr und der genau bestimmten Zeit des Ortes. Sind für denselben an dem Beobachtungstage schon mehr Stun-

den verflossen, so ist die Sonne ihm früher durch den Meridian gegangen, er liegt also östlich vom Pariser Meridian. So oft der Zeitunterschied 4 Minuten beträgt, so viel Grade liegt der Ort mehr östlich. Und umgekehrt.

So genau gehende, zuverlässige Uhren sind schwer zu haben, weil sehr schwer zu verfertigen.

b) Durch Blickfeuer.

Man läßt auf einem Berge, einem Thurme, kurz einer Höhe, die von zwei Orten, welche obige Eigenschaft haben, gesehen werden kann (am besten in der Nacht), ein Feuerzeichen machen, das nur einen Augenblick dauert, und dasselbe von Beobachtern an den beiden Orten bemerken, mit genauer Bestimmung der Zeit eines jeden der beiden Orte. Da die Uhr eines jeden Ortes nach dem Durchgange der Sonne durch den Meridian des Ortes gestellt war, so giebt der Unterschied in der Zeit der Beobachtung des Blickfeuers auf obige Art den Unterschied in der geographischen Länge.

c) Durch den Durchgang eines der beiden unteren Planeten durch die Sonne.

Blickfeuer zu machen, ist umständlich und kostspielig. Erzeugt die Natur nicht selbst Begebenheiten oder Ereignisse, welche von verschiedenen, wo möglich weit von einander entfernten Orten zu gleicher Zeit, d. h. in demselben Augenblick, gesehen werden können?

Allerdings, aber die Ereignisse sind selten; z. B. sogenannte Durchgänge des Mercurs oder der Venus durch die Sonnenscheibe.

Man beobachtet alsdann an verschiedenen Orten genau den Augenblick des Eintritts oder Austritts des betreffenden Planeten in die Sonnenscheibe oder aus derselben, und merkt sich genau die Zeit. Die Rechnung ist dann wie die obige.

d) Durch Fixsternbedeckungen durch den Mond.

Viel häufiger als Durchgänge eines Planeten durch die Son-

nenscheibe finden Bedeckungen gewisser Fixsterne durch den Mond statt. Auch diese beobachtet man an verschiedenen Orten.

Das Schlimmste dabei ist nur, daß diese Erscheinungen nicht leicht in demselben (absoluten) Augenblick an verschiedenen Orten wahrgenommen werden. Aber die Astronomen wissen sich zu helfen, und sie helfen den Schiffern, für welche die Bestimmung der geographischen Länge von besonderer Wichtigkeit ist, durch besonders für sie eingerichtete Tafeln. Denn von der Kenntniß der geographischen Länge hängt es, nebst der Kenntniß der geographischen Breite, ab, ob sie genau die Stelle kennen, wo sich gerade ihr Schiff befindet. Und davon hängt wieder nicht nur die Sicherheit ab, mit der sie dem nach einem Hafen bestimmten Schiffe die Richtung geben können, sondern auch oft Leben und Tod. Die Astronomen verfertigen darum zuverlässige Tabellen und lassen sie drucken, durch deren Gebrauch auch solche Schiffskapitäne, die nicht gerade astronomische Kenntnisse besitzen, sich helfen können. Der Schifffahrtskunde leistet die Astronomie die größten Dienste. Darum haben die seefahrenden Engländer sich besonders Mühe gegeben, einfache Methoden zur Bestimmung der geographischen Länge aufzufinden, was aber nicht weiter hieher gehört.

13. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse. Wenn jetzt die Sonne culminirt, so culminirt sie nach 24 Stunden wieder. Ein Fixstern aber culminirt, wie wir oben schon gesehen haben, schon nach 23 Stunden 56 Minuten wieder, und der Mond erst nach 24 Stunden 50 Minuten. Aus der ersten Thatsache schlossen wir auf eine Umdrehung der Erde von Abend gegen Morgen. Was folgt aus den beiden andern Thatsachen, wie steht es mit ihnen?

Hat der Mond in der That eine eigenthümliche Bewegung durch den Thierkreis in der Ordnung der Zeichen? Und wenn er sie hat, kommt sie auch, nur viel langsamer, der Sonne zu?

Da wir schon einmal erfahren haben, daß Bewegungen, die am Himmel vorzugehen scheinen (die täglichen), nicht an ihm, sondern an der Erde geschehen: ist es vielleicht also eben so in Be-

treff der andern, der jährlichen Bewegungen? Versuchen wir es einmal mit diesem Gedanken! In der Erkenntniß der Dinge müssen wir uns sehr häufig mit Vermuthungen oder Wahrscheinlichkeiten (Hypothesen) begnügen; absolute Gewißheit ist nicht überall zu erreichen. Die Hypothese aber ist die wahrscheinlichste, welche die Thatsachen am einfachsten und natürlichsten erklärt. Die Frage ist also die, dreht sich die Sonne um die Erde, oder die Erde um die Sonne?

5. Die Bewegung der Erde um die Sonne.

Die Alten zweifelten nicht daran, daß die Sonne sich um die Erde drehe. Schien diese Wahrheit ja sogar in dem heiligen Bibelbuch zu stehen. „Sonne, stehe still, zu Gibeon," sprach Josua an dem Tage einer Schlacht mit den Philistern, um sie vollständig zu schlagen. „Und sie verzog," heißt es, „einen Tag unterzugehen." Muß man — so wurde geschlossen — befehlen, daß die Sonne still stehe, so muß sie in Bewegung sein. In scheinbarer Bewegung ist sie wirklich, sogar in doppelter; ob aber wirklich? „Sein oder Nichtsein?"

Schon die Alten versuchten, Erscheinungen an dem Himmel zu erklären. Manches leisteten sie durch scharfe Beobachtung und angestrengtes Nachdenken. Aber nach und nach, als sich seit der Wiedererweckung der Wissenschaften im 16ten Jahrhundert die Entdeckungen und Erfindungen vermehrten, und man tiefer in die Natur eindrang, wollten die alten Erklärungsversuche nicht mehr hinreichen. Man gerieth in immer größere Verwicklungen hinein, bis es endlich ein großer und kühner Mann (der Scheiterhaufen drohte ihm — die Menschen haben sich alle Zeit gegen neue Wahrheiten gesträubt) einmal versuchte, die Ansicht auf den Kopf zu stellen. Dieser große und erhabene Geist war Nicolaus Copernicus, ein Deutscher (die Deutschen sind eine erfindungsreiche Nation), geboren zu Thorn 1472, gestorben 1543.

Er lehrte zuerst gründlich und ausführlich, daß die Erde sich um die Sonne drehe. Diese große und erhabene Wahrheit (die

Wahrheit ist immer erhaben — sie erhebt den Menschen — Wahrheit ist die Nahrung seines Geistes) wurde zwar Anfangs bekämpft, aber allmählig (ein Jahrhundert ist im Fortschritt der Menschheit keine lange Zeit) fand sie Eingang, erst bei einzelnen, tief forschenden Männern, nach und nach allgemein. Heut zu Tage zweifelt kein vernünftiger Mensch mehr an der Richtigkeit der Lehren des Copernicus, und selbst in Rom dürfen die Gelehrten von seiner Ansicht als einer — Hypothese reden. Eine Hypothese ist sie, aber eine solche, die an mathematische, folglich untrügliche Gewißheit gränzt.

Die Erde nimmt den 1,400,000sten Theil des Raumes ein, den die Sonne behauptet. Die Erde ist den übrigen Planeten, die sich gehorsam und bescheiden um die goldne Sonne drehen, in allem Uebrigen ähnlich. Ein Körper, der sich wie die Erdkugel um die Achse dreht, wie soll der in demselben Raume beharren, still stehen? Welche Kraft sollte die unermeßliche Sonne in ihrer Bahn um die Erde erhalten? Denn von selbst dreht sich kein Körper im Kreise herum. Er muß durch eine von dem Mittelpunkte der Bahn ausgehende anziehende Kraft gehalten werden. Und die kleine Erde sollte die Kraft besitzen, den Riesenkörper der Sonne in ihrer Bahn zu erhalten?

Es ging nicht länger, die frühere Ansicht, der alte Glaube ließ sich nicht mehr halten. Er verschwand den Menschen, trotz ihres Wunsches, ihn zu erhalten. Die Wahrheit machte sich endlich Bahn. Nun steht sie fest, und ohne Anfechtung können wir uns zu ihr bekennen: Die Erde dreht sich um die Sonne *).

Diese

---

*) Obige Wahrheit ist nothwendig zu einer richtigen Weltansicht. Ohne sie hegt man falsche Vorstellungen von der Natur der Dinge. Wichtiger als diese objective Wahrheit ist — man darf es nicht vergessen — für den Menschen die richtige Auffassung des Verhältnisses des Schöpfers zur Welt und des Menschen zu ihm. Dieses bezeichnet Weiß in seiner trefflichen Schrift: „Erfahrungen aus dem Leben eines Schulfreundes" (Bd. II., S. 94.) in dieser Weise:

„Die Weltansicht, daß die Erde um die Sonne kreise, ist nicht ver-

Diese Thatsache liegt, wie alle andern in der Schöpfung, in der Natur der Sache. Und sie wird durch eine Menge anderer Thatsachen bestätigt. Die Gelehrten wissen darüber noch viel zu sagen. Uns genügt es, zu wissen, daß sich alle Erscheinungen aus ihr auf die einfachste und schönste Weise erklären lassen. Ein angenommener Satz, der falsche Folgen hat, ist falsch; aber wenn die Folgen nur wahr sind, d. h. mit den Erscheinungen übereinstimmen, so muß die Annahme wahr sein. Die Astronomen sagen, gestützt auf die Lehre des Copernicus, Himmelserscheinungen Jahre lang, ja Jahrhunderte lang voraus, z. B. die Verfinsterungen, und zwar auf Tag, Stunde, Minute und Secunde genau — wie wäre dies möglich, wenn die Vordersätze falsch wären? Die Erde dreht sich um die Sonne. Wir fragen nach dem Näheren.

1. Die Erde dreht sich um die Sonne in einer runden Bahn. Von dem Punkte aus, in welchem die Sonne steht, geht die anziehende Kraft aus, welche die Erde in ihrer Bahn erhält.

2. Die Erde vollendet diese Bahn in einem Jahre.

3. Diese Bahn liegt zwischen den Sternbildern, welche den Thierkreis bilden. Die Ekliptik ist die scheinbare Sonnen-, die wirkliche Erdbahn.

Die Fixsterne sind unendlich weit entfernt, viel weiter entfernt als die Sonne und die Planeten. Die Sonne, der Mond, die Planeten scheinen bei den Fixsternen zu stehen und durch sie hindurch zu laufen.

4. Die Erde bewegt sich in der Ordnung der Zeichen des Thierkreises um die Sonne. Wenn, von der Sonne aus gesehen,

---

werflich zu nennen um dieses Irrthums willen; denn das Wesentliche in ihr beruht darauf, daß die Dinge alle, Mensch und Natur, Hohes und Tiefes, Werke Einer Hand, Ausdrücke Eines Gedankens, Offenbarungen Einer Liebe sind. Nur der Aberglaube ist verwerflich, nicht jeder Irrthum, in der hier gefaßten Beziehung. Oder haben diejenigen Gelehrten, welche sich z. B. die Erde als Scheibe vorstellten, um deswillen einer menschlich-tauglichen Weltansicht entbehrt?"

die Erde bei der Waage gesehen werden würde, so sehen wir die Sonne in dem ihr gegenüberstehenden Widder. Während die Erde, von der Sonne gesehen, durch Waage, Scorpion, Schütz läuft, bewegt sich die Sonne scheinbar durch Widder, Stier, Zwillinge. Die Erde ist immer 180° von dem Punkte der Ekliptik entfernt, in welchem die Sonne zu stehen scheint.

5. Die Bahn der Erde ist kein Kreis, sondern eine Ellipse. Die Sonne steht in einem der Brennpunkte derselben.

Wäre die Erde immer gleich weit von der Sonne entfernt, so müßte diese uns immer gleich groß erscheinen.

Wir ziehen nach den entgegengesetzten Endpunkten eines Durchmessers der Sonnenscheibe (Fig. 18.) von unserm Auge zwei gerade Linien. Diese bilden an dem Auge einen Winkel, den sogenannten Sehewinkel, der die scheinbare Größe der Sonne bestimmt. Dieser Winkel ist in den verschiedenen Jahreszeiten nicht gleich groß. Folglich können wir uns nicht immer in gleichen Entfernungen von der Sonne befinden. Wir sind ihr bald näher, bald weiter von ihr entfernt. Aber die Ordnung kehrt wieder, und der Unterschied ist nicht sehr bedeutend. Kepler, ein andrer großer deutscher Astronom, hat gezeigt, und Newton, ein englischer Forscher, hat bewiesen, daß die Bahn der Erde eine Ellipse sei. Eine Ellipse ist eine ebene Figur, von einer länglich krummen Linie umschlossen, welche entsteht, wenn man einen senkrechten Kegel mit einer Ebene durch seine beiden Seiten schief durchschneidet.

Fig. 19. stellt eine Ellipse dar; ab den längsten Durchmesser, die große Achse, cd die kleine Achse *). Die Sonne steht nicht in dem Durchschnittspunkte beider, in o, sondern außerhalb desselben, in einem Punkte der großen Achse, in S. Der demselben nächste Punkt des Umringes der Ellipse ist a, der entfernteste b. In a ist die Erde der Sonne am nächsten, in b am weitesten

---

*) Man spricht von Achsen bei rotirenden Körpern, von Achsen in elliptischen, parabolischen, hyperbolischen Bahnen. Wenn Zweideutigkeit entstehen kann, so nennt man jene Drehungsachsen.

von ihr entfernt, in d und c hat sie die mittlere Entfernung von ihr. Der Punkt a heißt der Punkt der Sonnennähe (das Perihelium), der Punkt b der Punkt der Sonnenferne (das Aphelium). Sa bezeichnet die kleinste, Sb die größte Entfernung der Erde von der Sonne. Theilt man Sb in 30 gleiche Theile, so kommen dieser Theile 29 auf Sa; Sa ist also um $\frac{1}{30}$ kleiner als Sb. Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beträgt 21 Millionen Meilen. $\frac{1}{30}$ davon macht 700000 Meilen. Um so viel ungefähr ist die Erde in a der Sonne näher als in b. Man hat dies aus den verschiedenen Sehewinkeln berechnet.

6. Weil die Erde nicht immer gleich weit von der Sonne entfernt ist, so bewegt sie sich auch nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Je näher sie der Sonne rückt, desto schneller bewegt sie sich. Im Punkte der Sonnennähe erreicht sie die größte, im Punkte der Sonnenferne die kleinste Geschwindigkeit. Der Unterschied ist nicht sehr bedeutend. Doch hat dies die Folge, daß die Erde die eine Hälfte ihrer Bahn dac in kürzerer Zeit zurücklegt als die andre cbd. Der Unterschied beträgt 6 bis 7 Tage. Der Sommer der nördlichen Halbkugel fällt in die Zeit, in welcher die Erde den entfernteren Theil ihrer Bahn, cbd, zurücklegt. Deshalb dauert das Sommerhalbjahr der nördlichen Halbkugel ungefähr eine Woche länger als das der südlichen. Dieses ist die Erklärung (Erkenntniß) der weiter oben schon aufgefundenen Kenntniß.

7. Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn? Wir berechnen zuerst den Umkreis! Der Durchmesser der Erdbahn ist $= 2 \cdot 21$ Millionen $= 42$ Millionen Meilen. Folglich der Umkreis, die Länge der Bahn $= 3{,}14 \cdot 42$ Millionen $= 132$ Millionen Meilen in runder Zahl.

Diese legt die Erde in einem Jahr $= 365$ Tagen 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden zurück. Wie viel in einer Secunde? Man findet ungefähr 4 Meilen. Ein Punkt auf dem Aequator der Erde legt, vermöge der Achsendrehung, in einer Secunde 1500 Fuß zurück. Während dieser Zeit fliegt die Erde auf ihrer Bahn 4 Meilen $= 4 \cdot 24000$ Fuß weiter. Beide Geschwindigkeiten

verhalten sich also zu einander wie 1500 : 96000 = 1 : 64, d. h. die Bahngeschwindigkeit ist 64mal so groß als die Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Aequator. Folglich wälzt sich die Erde auf der Bahn nicht so fort, wie eine Kegelkugel auf der Kegelbahn.

8. Die Ekliptik macht mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^\circ$. Woher rührt dieses?

Antwort: Die Achse der Erde steht senkrecht auf dem Aequator, aber nicht senkrecht auf der Ekliptik, ihrer Bahn, sondern schief auf derselben. Sie macht mit der Bahn einen Winkel von $66\frac{1}{2}^\circ$; folglich muß die Ekliptik mit dem Aequator einen Winkel von $90^\circ - 66\frac{1}{2}^\circ = 23\frac{1}{2}^\circ$ machen. Beide Kreise theilen einander, wie alle größten Kreise einer Kugel, in 2 gleiche Theile. Die beiden Theile eines jeden liegen also auf verschiedenen Seiten des andern. Die eine Hälfte der Ekliptik liegt nördlich, die andre südlich vom Aequator, wie es Fig. 15. zeigt.

9. Der Winkel, den die Erdachse mit ihrer Bahn macht, ist nicht nur ein beständiger, sondern die Achse bleibt sich selbst immer parallel. Beide Sätze sind für die Erklärung der Erscheinungen sehr wichtig. Mit ihnen muß man die Wahrheit, daß die Erde sich in einer Ellipse, in einer mittleren Entfernung von 21 Millionen Meilen von der Sonne, um dieselbe bewegt, zusammendenken.

Und dennoch bleibt die Achse immer nach denselben Punkten des Himmels gerichtet.

Denken wir uns die Erde in einem Endpunkte der großen Achse der Ellipse stehen, und die Erdachse bestimmten Punkten des Himmels, deren einer in der Nähe des nördlichen Polarsternes liegt, zugekehrt, so weiset die Achse in jedem Punkte ihrer Bahn nach denselben Punkten, ungeachtet sie sich selbst stets parallel bleibt. Fig. 20. Dies ist nur auf eine Weise zu erklären, nämlich dadurch, daß die Fixsterne so unermeßlich weit von uns entfernt sind, daß die Länge des Durchmessers der Erdbahn, 42 Millionen Meilen (es ist doch eine hübsche Länge, eine Kanonenkugel würde diesen Weg in 50 Jahren zurücklegen), gegen

die Entfernung der Fixsterne verschwindet, Null ist. Wäre dieses nicht, so könnte die sich parallel bleibende Achse nicht in jedem Punkte ihrer Bahn auf dieselben Punkte des Himmels hinweisen. Die Entfernung der Fixsterne muß folglich unendlich groß sein, d. h. größer, als daß wir sie anzugeben vermöchten.

Aufgaben.

a) Zeichnet einen Kreis, der die Ekliptik darstellen soll, und machet in demselben die 12 Zeichen des Thierkreises bemerklich; die Sonne in die Mitte, die Erde um sie herumlaufend in einer kreisförmigen Bahn.

In Fig. 21. steht die Sonne im Mittelpunkte, in dem kleineren Kreise bewegt sich die Erde, der äußere Ring stellt den Thierkreis dar:

Widder ♈, Stier ♉, Zwillinge ♊, Krebs ♋, Löwe ♌, Jungfrau ♍, Waage ♎, Skorpion ♏, Schütz ♐, Steinbock ♑, Wassermann ♒, Fische ♓.

Am 21. März wird die Sonne in dem Widder gesehen, die Erde von der Sonne aus. Vom 21. März bis zum 21. Juni rückt die Sonne durch Widder, Stier, Zwillinge u. s. w.

b) Stellet durch eine Zeichnung die schiefe Lage der Ekliptik gegen den Aequator dar und machet die auf- und absteigenden Zeichen sichtbar.

Fig. 22. Der Thierkreis liegt zwischen den Wendekreisen. Der Aequator ist um der Deutlichkeit willen weggelassen. Neben den Zeichen stehen die Namen der Monate, in welchen die Sonne in sie eintritt.

c) Beantwortet die Fragen: Wie unterscheidet sich Umdrehung (Rotation) von Umlauf (Revolution)? Wodurch entsteht das allgemeine Zeitmaaß, Tag genannt, wodurch das höhere, Jahr genannt? Ist die Umdrehung oder der Umlauf der Erde schwerer zu beobachten und zu erschließen?

6. Die Erklärung, besonders der jährlichen Erscheinungen.

A. Erde und Sonne.

Nunmehr sind wir im Besitz der Grund-Wahrheiten, aus welchen wir viele Erscheinungen ableiten, d. h. erklären können. Dieser Grund-Wahrheiten sind vier:

1. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse.

2. Sie dreht sich in 365 Tagen in einer fast kreisförmigen Bahn um die Sonne.

3. Die Erdachse macht mit der Erdbahn einen Winkel von $66\frac{1}{2}°$.

4. Die Lage der Achse bleibt immer dieselbe.

Wer diese vier Sätze nicht nur einzeln weiß, und sich bei jedem das Richtige vorstellt, sondern auch mit einander verbinden kann: der ist im Stande, sich die Haupterscheinungen des Himmels so vorzustellen, wie sie sind. Dem Leser dieses zu erleichtern, ist nun unser Geschäft. Unsre Hülfsmittel sind Vorrichtungen, Zeichnungen, Modelle und das belehrende Wort. Das lebendige des Lehrers hat gar große Vorzüge vor dem todten Buchstaben. Nirgends fühlt man dies mehr als hier, wo von Erscheinungen die Rede ist, die im unendlichen Weltraume angeschaut werden sollen.

1. Wir kehren zu unserm runden Tisch zurück. Dies Mal soll er die Ebene der Erdbahn, die Ekliptik, vorstellen. Wenn wir können, so schneiden wir etwa in der Entfernung eines Fußes vom Mittelpunkte desselben eine kreisförmige Tiefe aus, in der wir eine kleine Kugel um den Mittelpunkt herum fortbewegen können. In dem Mittelpunkte denken wir uns die Sonne, die kleine Kugel stellt die Erde vor, und am Rande des Tisches bezeichnen wir 12 gleiche Theile, die Zeichen des Thierkreises. Geht das Einschneiden des Tisches nicht, so stelle die Peripherie desselben die Erdbahn vor. Wir denken uns dann die Tischebene bis zu den Wänden des Zimmers verlängert und denken uns daselbst, rings um uns herum, die 12 Zeichen des Thierkreises. Wir bestimmen die Stelle eines jeden Zeichens, merken uns besonders die 4 Hauptzeichen Widder, Krebs, Waage, Steinbock.

Die Kugel, die wir in der Hand haben, stellt die Erde vor. Sie ist durchbohrt und ein Stab durchgesteckt, um den, als Achse, sie sich frei drehen kann. Auf ihr sind deutlich verzeichnet der Aequator, die Wende- und Polarcirkel und ein Meridian. Dieses sind die Vorrichtungen.

Der Lehrer stellt sich so an den Tisch, daß er einen der Cardinalpunkte des Thierkreises gerade hinter sich, folglich den entgegengesetzten vor sich, den dritten zur rechten, den vierten zur linken Hand hat. Angenommen, er habe den Anfangspunkt der Waage hinter sich, den Steinbock zur Rechten u. s. w.

1) Er hält die Erdkugel so an die Tischebene, daß ihr Aequator mit derselben einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{0}$ macht (dem Augenmaaße nach). Er läßt nun die Erde um die Tischebene wandern, so daß dieser Winkel immer derselbe, und die Erdachse sich stets parallel bleibt. Beide Umstände muß er genau bemerken lassen, dann drauf aufmerksam machen, daß die Erdachse nicht stets nach demselben Punkte der Zimmerdecke gerichtet sein kann, weil diese zu nahe ist, also das Himmelsgewölbe nicht vorstellen kann. (Wie die Lage der Erdkugel eben beschrieben worden, so bleibt sie nachfolgend immer.)

2) Er hält die Erdkugel in derselben Lage vor sich an die Tischebene.

F r a g e n: Wo erscheint jetzt die Sonne von der Erde aus? (Im Anfangspunkte des Widders.) Wo würde die Erde von der Sonne aus gesehen werden? (Im Anfangspunkte der Waage.) Welchen Tag des Jahres haben wir? (21. März.) Welche Jahreszeit? (Frühlingsanfang der nördlichen Halbkugel.) Welchen Weg muß die Erde nehmen? (Durch Waage, Skorpion, Schütz hindurch.) Welchen Weg nimmt die Sonne? (Durch Widder, Stier, Zwillinge.)

Daß Alles gezeigt wird, versteht sich von selbst. Auge, Mund und Arm sind in steter Bewegung.

Nun läßt man die Erde die drei genannten Zeichen durchschreiten, ohne Achsendrehung.

Der zweite Standpunkt derselben ist in dem Steinbock, der dritte im Widder, der vierte im Krebs. Dieselben Fragen kehren wieder. So bekommen die Schüler eine richtige Anschauung von den 4 Hauptstellungen der Erde gegen die Sonne. Kann man das Zimmer dunkel machen und in der Mitte des Tisches eine Lampe, welche die Sonne vorstellt, anbringen, desto besser. Es ist ein Leichtes; darum versäume man es nicht! Was die Schüler bei der ersten Bewegung noch nicht deutlich erschaut haben, wird bei der zweiten hervortreten.

3) Wiederum die e r s t e Stellung! Das Frühere wiederholt! Beobachtet jetzt, auf welchen Punkt der Erdoberfläche die Son-

nenstrahlen senkrecht fallen! Antwort: Auf die Punkte, welche auf dem Aequator liegen. Wie weit reichen die Sonnenstrahlen? Antwort: Vom Südpole bis zum Nordpole. Nun wird die Erde auf ihrem Standpunkte um die Achse gedreht. Folgerung: Am 21. März scheint sie durch den Aequator zu laufen, jeder Ort der Erdoberfläche bleibt eben so lange auf der Tag-, als auf der Nachtseite, auf der ganzen Erde sind Tag und Nacht gleich. Hierauf läßt man die Erde nach der Richtung zum 2ten Hauptstandpunkte hin, etwa ein Zeichen, fortwandern.

Was zeigt sich? Die Sonne ist nordwärts vom Aequator gerückt, der Sonnenstrahl trifft Orte senkrecht, welche nordwärts vom Aequator liegen, sie scheint über den Nordpol hinaus, am Südpol ist fortwährend Nacht, die Erde mag sich um die Achse drehen, wie sie will. Mehr als die Hälfte der Parallelkreise, auf welchen die Orte der nördlichen Halbkugel liegen, ist erleuchtet, auf der südlichen Halbkugel weniger; dort nehmen die Tage zu, hier ab.

4) Zweite Stellung. Die Erde steht im Steinbock, die Sonne im Krebs.

Der Sonnenstrahl trifft senkrecht die Orte auf dem Wendekreise des Krebses. Durch die Achsendrehung beschreibt sie diesen Kreis. Sie scheint über den Nordpol hinaus bis auf die andre Seite des nördlichen Polarkreises, im Süden berührt die Lichtgränze nur einen Punkt des südlichen Polarkreises. Die Orte der nördlichen Halbkugel haben den längsten, die der südlichen den kürzesten Tag. Je weiter ein Ort gegen Norden liegt, desto länger dauert sein Tag. Die auf dem nördlichen Polarkreis wohnen, haben einen 24stündigen Tag, die weiter nördlich wohnen, mehrere Monate, der Nordpol hat schon 3 Monate Tag gehabt.

In derselben Weise wird die Bewegung der Erde fortgesetzt, so daß an der dritten und vierten Hauptstellung alle Erscheinungen wahrgenommen, mit Worten angegeben und gezeigt werden.

Die Hauptsachen, auf die es ankommt, sind:

1) Erkennung der Punkte der Erdoberfläche, welche in irgend

einer Stellung der Erde den Sonnenstrahl senkrecht empfangen; 2) die damit zusammenhängende, aus ihr folgende Lichtgränze (Gränze der beleuchteten Erdhälfte); 3) die damit wieder zusammenhängende Länge der Tage und Nächte in verschiedenen Breiten.

Ein Viertes wäre nun noch, die Art des Heraufkommens der Sonne über den Horizont irgend eines Ortes, wenigstens auf den 4 Hauptstationen, zu erkennen. Zu dem Ende bringt man einen Ring an der Erdkugel an, der ungefähr eine solche Weite (Oeffnung) hat, daß er über die Erdkugel so geschoben werden kann, daß er überall 90° von dem Orte, von dessen Horizont die Rede, entfernt ist. Alsdann braucht man nur auf den 4 Stationen die Erdkugel um die Achse zu drehen, und zu beobachten, wie die Sonne sich über den Horizont erhebt und wieder unter demselben verschwindet. Diese kleine Vorrichtung ist besonders lehrreich. Die etwa nachgebliebene falsche Auffassung des Auf- und Untergehens der Sonne verschwindet auf einmal.

Nimmt man an verschiedenen Stellen des nachgemachten Umlaufes der Erde um die Sonne die Achsendrehung vor, so wird man sich davon überzeugen, wie die Ekliptik so, wie sie auf den Erdgloben dargestellt zu werden pflegt, gar nicht dahin gehört, und den Anfänger nur zu falschen Vorstellungen verleitet. Man muß darauf bei dem Gebrauche eines künstlichen Globus, dessen eine Schule nicht leicht entbehren kann, ganz besonders aufmerksam machen.

Lehrreich ist es dagegen, einen Faden von der Sonne aus an irgend einem Punkte des Erdäquators zu befestigen und von der Frühlingsstation aus die Achsendrehung machen zu lassen. Alsdann windet sich der Faden so um die Erde, wie die Sonne über derselben Kreise zu beschreiben scheint. Der Faden bildet eine Spirallinie von dem Aequator bis zum nördlichen Wendekreis und von da wieder zurück. Auf einem größeren Globus kann man diese Darstellung auch mit einem Stück Kreide machen.

Um sich zu überzeugen, in welchem Grade der Schüler die Sache gefaßt hat, thut man zweierlei:

1) Man begiebt sich mit ihm wieder auf einen freien Horizont und läßt ihn Alles, was er bisher in dem Zimmer zugelernt hat, an dem Himmel und an dem Horizonte nachweisen. Hier kann der Horizont auch die Ekliptik vorstellen; die Zeichen des Thierkreises bestimmt man an der Gränze des Horizontes durch Bäume, Häuser u. s. w., oder durch 12 Menschen, die in gewisser Entfernung in einem Kreise aufgestellt werden. Die Lage des Aequators wird durch Bewegung eines Stabes dargestellt. Alles wird durchgesprochen!

2) Man stellt dem Schüler die Aufgabe, Zeichnungen zu entwerfen über die Hauptstellungen der Erde gegen die Sonne.

Er wird, wenn er die Sache verstanden hat, eine Figur liefern, die etwa Fig. 23. ähnlich ist. In derselben stellen die Linien ns die Lagen der sich parallel bleibenden Achse, ae den Aequator dar. Die Stellung der Erde zur linken Hand ist die, welche sie am 21. Juni, die zur rechten Hand die, welche sie am 21. December inne hat. hr scheidet die Licht- von der Schattenseite. In der Figur links bezeichnet wk den nördlichen Wendekreis, dessen Orten jetzt die Sonne durch den Scheitelpunkt geht; in der Figur rechts bezeichnet bo den südlichen Wendekreis u. s. w.

Die beiden andern Stellungen der Erde sind die in den Aequinoctien. Da aber an diesen Tagen der Sonnenstrahl den Aequator senkrecht trifft und die Figur dieses nicht darstellt, so muß für diese beiden Stellungen eine andre Figur entworfen werden.

Etwa Fig. 24. ns stellt die Lage der Erdachse, ae den Aequator vor. ns scheidet zugleich die der Sonne zugekehrte, beleuchtete Hälfte von der ihr abgewandten, dunklen ab. Es zeigt sich, daß die Sonne vom Norpole bis zum Südpole scheint und Tag und Nacht auf der Erde gleich sind.

1. Nun endlich ist es zu rathen, den Schülern ein Tellurium zu zeigen, eine Maschine, an der die Sonne durch eine Lampe, die Erde durch eine in der rechten Stellung gegen die Ekliptik geneigte, um die Achse und um die Sonne drehbare Kugel dargestellt ist. Mehr darf zuerst an der Maschine nicht gezeigt werden. Der Mond bleibe noch ganz aus dem Spiel! Fängt man, wie es noch hie und da geschieht, den Unterricht mit Modellen und Maschinen an, so verdammt man (in der Regel) die Schüler zur Unfähigkeit, jemals die Sache zu begreifen. Nur zur rechten Zeit leisten jene gute Dienste. Mit dem Gehen auf Krücken fängt man nicht an.

2. Endlich kann man nun auch den Erdglobus für sich gebrauchen. Es taugt nicht, wenn man ihn zu Anfang in isolirte Betrachtung zieht. Der Anfangsunterricht in der gewöhnlichen Geographie mag es thun; hier kommt es nur auf eine anschauliche äußere Auffassung der Configuration der Länder und auf historische Annahme der in späterem Unterricht zu erläuternden Namen: Aequator, Wendekreise u. s. w. an. Der Unterricht ist dogmatisch. Aber ein bildender Unterricht in der mathematischen Geographie wird nie mit dem Globus beginnen. Man muß die Erde immer in ihrer Verbindung mit dem Ganzen, besonders mit der Sonne, denken. Liegt diese im

Geiste des Schülers fest, dann kann man den Globus auch für sich betrachten, nicht früher.

Wir setzen voraus, daß die Schule einen Erd-Globus besitze, eine billige Voraussetzung, da er zu den lehrreichsten Lehrmitteln gehört und zweckmäßige Erdgloben jetzt für einen Spottpreis zu haben sind *). Sollte eine Schule aber auch diese kleine Anschaffung nicht machen können, so wird doch wohl ein Drechsler in der Nähe sein, der eine hölzerne Kugel zu drehen versteht. Das Uebrige ist Sache des Lehrers. Der künstlichen Apparate bedarf die Volksschule nicht.

1) Zuerst wird der Schüler mit dem Globus bekannt gemacht, mit der Erdachse, den Meridianen und Parallelkreisen, dem messingenen Meridian, dem feststehenden Horizont u. s. w.

2) Nun bringt man ihn in die 3 Hauptpositionen: für den Aequatorbewohner, den Bewohner eines Poles, für einen Ort von mittlerer Breite. In einer jeden werden die Bewegungen gezeigt und die Erscheinungen, die dadurch entstehen.

3) Die Sätze von der geographischen Länge und Breite werden zurückgerufen; mehrerer Orte geographische Länge und Breite wird bestimmt.

Daran knüpft sich Neues über die **Nebenbewohner**, **Gegenbewohner** und **Gegenfüßler** (Antipoden).

Unsre **Nebenbewohner** sind diejenigen, welche mit uns denselben Parallelkreis bewohnen, aber 180° von uns entfernt sind. Folglich haben sie mit uns gleiche geographische Breite und entgegengesetzte geographische Länge. Was theilen sie mit uns in Betreff der **Jahres-** und **Tageszeiten**, der **Zone** und des **Klima's**?

Antwort. Da sie mit uns dieselbe Halbkugel bewohnen, so haben sie dieselbe Jahreszeit, die wir haben. Da sie aber 180° von uns entfernt sind, so haben sie entgegengesetzte (?) Tageszeit. Wenn uns die Sonne aufgeht, so geht sie ihnen unter (?); ist es bei uns Mittag, so haben sie Mitternacht.

Daß Nebenbewohner in derselben Zone und demselben Klima leben, leuchtet für sich ein.

Gegenbewohner sind diejenigen, welche gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und dieselbe geographische Länge haben. Folglich wohnt der eine eben so gut nördlich, als der andre südlich vom Aequator, und beide unter demselben Meridian.

Wie steht es mit ihnen in Betreff der obigen 4 Stücke?

Antwort. Da sie auf verschiedenen Halbkugeln, welche der Aequator von einander trennt, wohnen, so haben sie entgegengesetzte Jahreszeiten, der eine hat den längsten Tag, wenn der andre den kürzesten hat u. s. w. Da

---

*) **Adami**, Lehrer in Potsdam, liefert brauchbare Globen, das Stück für 2 Rthlr.; **Greßler** bei Cölleda 5 verschiedene Sorten, das Stück für 1, 3, $4\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}$ und 10 Rthlr.

sie aber unter demselben Meridian wohnen, so culminirt ihnen die Sonne in demselben Augenblick, sie haben also zu gleicher Zeit Mittag und Mitternacht.

Leichtsinnige Schüler werden daraus schließen, daß es bei den Gegenbewohnern auch zu gleicher Zeit, in demselben Augenblicke, Morgen und Abend wird. (!)

Gegenbewohner wohnen in entgegengesetzten, aber gleichen Zonen und in einerlei Klimaten. (Das Wort Klima in dem oben angegebenen Sinne genommen; sonst weiß man, daß Orte, von gleicher geographischer Breite auf verschiedenen Halbkugeln, darum nicht gleiches Klima, d. h. dieselbe Temperatur und was damit zusammenhängt, haben.)

Gegenfüßler sind diejenigen, welche an entgegengesetzten Enden eines Erddurchmessers wohnen. Sie haben also gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und entgegengesetzte geographische Länge. Sie wohnen auf entgegengesetzten Halbkugeln, der eine auf der nördlichen, der andre auf der südlichen, der eine auf der östlichen, der andre auf der westlichen. (Auf welcher Halbkugel wohnt der Aequatorbewohner, auf der nördlichen oder südlichen? Auf welcher der Polbewohner, der östlichen oder westlichen? Welche Menschen wohnen auf gar keiner; welche nur auf einer Halbkugel? Sind das räthselhafte Fragen?) Folglich haben Gegenfüßler entgegengesetzte Jahres- und entgegengesetzte Tageszeiten. (Auch die, auf welche eben durch Fragen hingedeutet wurde?) Gegenfüßler wohnen in gleichen, aber entgegengesetzt liegenden Zonen und in gleichen Klimaten. (Wiederum: alle?)

Unser Zenith ist das Nadir unsrer Antipoden und umgekehrt. Alles, was über unserm Horizont ist, ist in demselben Augenblicke unter dem ihrigen; was uns aufgeht, geht ihnen unter und umgekehrt. Ihre wahren Horizonte fallen in dieselbe Ebene.

Zusammenstellung des Wesentlichsten:

Nebenbewohner:	dieselbe Jahreszeit,	entgegengesetzte Tageszeit;
Gegenbewohner:	entgegengesetzte —,	dieselbe —
Gegenfüßler:	entgegengesetzte —,	entgegengesetzte —

Wo ist also ein einfacher, wo ein doppelter Gegensatz? In welcher Beziehung vermittelt der Nebenbewohner und der Gegenbewohner die Extreme der Gegenfüßler?

Aufgabe. An einer Figur Nebenbewohner, Gegenbewohner und Gegenfüßler darzustellen!

Fig. 25. NASC sei ein Meridian, NS die Erdachse, AE der Aequator, BC und DE Parallelkreise, gleich weit vom Aequator entfernt, DC und BE folglich Erddurchmesser. Alsdann wohnen:

in B und C, in D und E Nebenbewohner;
in B und D, in C und E Gegenbewohner;
in B und E, in C und D Gegenfüßler.

Fragen. Wo wohnt der Nebenbewohner von N? von S?
Welche Nebenbewohner sind am weitesten von einander entfernt?
Wo wohnt der Gegenbewohner von A?

Welche Gegenbewohner sind am weitesten von einander entfernt?

AQ oder NS ist der gemeinschaftliche wahre Horizont — welcher Gegenfüßler?

Geographische Länge Berlins (östlich) =31°, nördliche Breite =52°. Unter welchen Längen- und Breitengraden wohnen die Neben- und Gegenbewohner und die Gegenfüßler Berlins?

Wie viel Uhr ist es unterm Meridian von Paris, der 20° östlich vom ersten Meridian liegt, wenn es in Berlin gerade Mittag ist?

Ist zu gleicher Zeit auf der Erde Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht? Wo liegen die Orte, die in dem Augenblicke, wenn Berlin Mittag hat, Morgens 6 Uhr, Mitternachts 12 Uhr, Abends 6 Uhr haben? Wie viel Uhr ist es Abends 10 Uhr am 30. Mai für Berlin, an Orten, welche unter den Meridianen von 121, 211, 301 Grad (östlich) liegen? Giebt es demnach nur ein heute, oder auch zu gleicher Zeit ein gestern und morgen auf dem Erdball?

4) An dem Globus lassen sich noch mancherlei Aufgaben auflösen; für den Schulunterricht sind manche zu künstlich, oder nur in nächster Nähe zu vollziehen; doch wollen wir später zu einigen veranlassen. Hier benutze man ihn noch zu einer Auseinandersetzung. Sie kann zwar übergangen werden, aber sie befestigt die richtige Ansicht von einer der wesentlichsten Vorstellungen: der Schiefe der Ekliptik und allem dem, was davon auf der Erde — Jahreszeiten, Verschiedenheit der Länge der Tage und Nächte, physische Klimate, Vegetation, Animalisation u. s. w. — abhängt.

Man stellt darum die Frage: Was für Folgen würde es für die Erdoberfläche haben, wenn die Schiefe der Ekliptik eine andre, entweder =0, oder =90°, oder <90°, aber >$23\frac{1}{2}$° wäre? Der Globus ist zur Hand.

a) Wäre die Schiefe der Ekliptik =0, d. h. fiele sie mit der Aequatorebene zusammen, so wären auf der ganzen Erde beständig Tag und Nacht einander gleich, die Pole hätten die Sonne beständig im Horizont, auf der ganzen Erde herrschte eine constante mittlere Temperatur für jeden Tag, die Sonne erreichte für den Horizont von Berlin täglich eine Höhe von 38°, Cerealien und Obst würden nicht mehr reif werden u. s. w.

b) Wäre die Schiefe der Ekliptik =90°, d. h. stände ihre Ebene senkrecht auf der Ebene des Aequators, die Erdachse läge in der Ekliptik und bliebe sich parallel, was würde geschehen?

1) Für einen Ort auf dem Aequator?

An einem bestimmten Tage würde ihm die Sonne im Nordpunkte des Horizontes stehen, am nächsten Tage und an den folgenden sich wenig über den Horizont erheben, doch täglich höher steigen, nach einem Vierteljahre ihm durch's Zenith gehen, dann sich nach Süden zu senken, nach ½ Jahre im Südpunkte des Horizontes erscheinen u. s. w., Tag und Nacht das ganze (?) Jahr hindurch gleich machen, 2mal im Jahre sehr große Hitze und sehr große Kälte erzeugen u. s. w.

2) Für die beiden Pole?

An jenem Tage würde die Sonne dem ihr zugekehrten Pole im Zenith

stehen, ein Vierteljahr früher über seinen Horizont heraufgekommen und täglich höher gestiegen sein, ohne unterzugehen, in einer Schraubenlinie sich zum Zenith erhebend, von jenem Tage ab sich dem Horizont wieder nähern und nach einem Vierteljahre unter denselben verlieren, und ein ganzes halbes Jahr unsichtbar bleiben, folglich im Sommerhalbjahr die größte Hitze, im Winterhalbjahr die größte Kälte erzeugen u. s. w.

3) Für einen Ort von mittlerer Breite, z. B. Berlin, 52°?

Die Sonne geht im Jahre durch eine Bahn, welche auf dem Aequator senkrecht steht, und ihre Tagebogen liegen mit dem Aequator parallel. An jenem Tage steht die Sonne im Nordpol des Himmels, macht keinen sichtbaren Bogen, steht scheinbar still. Die Sonne geht nicht unter. Von da ab bewegt sie sich in einer Schraubenlinie von Ost gen West dem Horizonte zu, geht, wenn sie sich 38° vom Nordpol entfernt hat, durch das Zenith von Berlin, fängt aber erst, nachdem sie sich 52° vom Pol entfernt hat, an, unterzugehen; $\frac{1}{4}$ Jahr nach jenem Tage macht sie Tag und Nacht gleich, geht immer südlicher, sinkt immer tiefer, bis sie, 38° südlich vom Aequator unter dem Horizont ganz verschwindet und viele Tage gar nicht aufgeht u. s. w. Ein sehr kalter Winter wird also auf einen sehr heißen Sommer folgen.

c) Wäre die Schiefe der Ekliptik $< 90°$, aber $> 23\frac{1}{2}°$, so würde für Berlin die Ungleichheit der Tage und Nächte, der Unterschied der Jahreszeiten größer werden, die Sommer würden heißer, die Winter kälter sein, die Breite der heißen und kalten Zonen würde zu-, die der gemäßigten abnehmen, kurz der Einfluß auf alle Verhältnisse würde bedeutend sein.

Nun ändert sich die Schiefe der Ekliptik etwas, aber wenig, und die Veränderung ist in bestimmte Gränzen eingeschlossen. Für den Bestand der jetzigen Verhältnisse auf der Erdoberfläche ist demnach gesorgt. Er ist bedingt durch den regelmäßigen Wechsel der Jahreszeiten. Je mehr sich der Winkel, unter welchem der Sonnenstrahl die Horizontebene trifft, dem rechten nähert, desto energischer trifft der Strahl die Ebene, gerade wie beim Anprallen des Schalles, einer Kanonenkugel u. s. w. Je schiefer die Strahlen fallen, desto schwächer ist ihre Wirkung, desto mehr zerstreuen sie sich, desto geringer ist auch die Erleuchtung. Daß wir keinen bedeutenden Unterschied zwischen der Helligkeit eines hellen Mittags im Winter und Sommer bemerken, rührt ohne Zweifel daher, daß sich das Auge der Art der Beleuchtung accommodirt. Wir würden anders urtheilen, wenn wir einen Sommer- und Wintermittag bei gleich klarem Himmel neben einander hätten. —

Noch könnten wir uns vorstellen, daß der Unterschied der großen und kleinen Achse der Ellipse, in welcher sich die Erde um die Sonne bewegt, größer wäre, als er ist: was für Folgen würde dieses haben?

Ohne Zweifel wird auf der Erde, wenn sie in der Sonnennähe (im Perihel) steht, mehr Wärme entwickelt, als wenn sie in der Sonnenferne steht. Wäre dieser Unterschied groß, so könnten wir von Sommer und Winter der ganzen Erde reden. Alsdann wären zu combiniren Sommer und Winter des ganzen Planeten mit Sommer und Winter beider Halbkugeln, 4 Combinationen. Es könnte zusammenfallen:

a) Sommer des ganzen Planeten mit dem Sommer einer Halbkugel, und folglich auch Winter des ganzen Planeten mit dem Winter der andern Halbkugel;

b) Sommer des ganzen Planeten mit dem Winter einer Halbkugel. Durch a würden sehr heiße Sommer und sehr kalte Winter entstehen; durch b könnte, mehr oder weniger, eine gegenseitige Ausgleichung entstehen. (— Ist b vielleicht schon in a enthalten?)

B. Erde, Sonne und Mond.

1. Es ist unsre Aufgabe, die Erscheinungen des Mondes zu begreifen, zu wissen, wie sie entstehen. Zu dem Ende haben wir uns zunächst die äußeren Erscheinungen desselben zu vergegenwärtigen.

Nachdem dieses geschehen, wird gleich die Frage entstehen, ob sich die Bewegungen, die er zeigt, wirklich ereignen, oder ob sie, wie bei der Sonne, nur durch die Bewegung eines andern Körpers, nämlich der Erde, hervorgerufen werden.

Die Antwort ist nach allem Früheren nicht schwer.

Die Bewegung, die er zu haben scheint, ist eine zwiefache.

Erstens täglich um die Erde, innerhalb 24 Stunden (und 50 Minuten). Diese hat er nicht, diese hat die Erde, welche sich in 24 Stunden von Abend gegen Morgen um die Achse wälzt. Daß der Mond nicht genau in 24 Stunden wieder im Meridian erscheint, rührt von seiner wirklichen Bewegung um die Erde, durch den Thierkreis nach der Ordnung der Zeichen hindurch innerhalb 27 Tagen 8 Stunden, her. Diese Bewegung hat er wirklich. Er, als der kleinere Körper, bewegt sich um den viel größeren, die Erde, und zwar innerhalb eines Jahres 12 bis 13 Mal. Er begleitet folglich die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne, folglich hat er wirklich eine doppelte Bewegung: um die Erde und mit der Erde um die Sonne. Wir müssen die Art dieser Bewegung und der dadurch entstehenden Bahn näher erwägen.

2. Steht der Mond heute bei einem bestimmten Stern im Thierkreise, so wird er morgen 13° östlicher von demselben gesehen. Er muß folglich, da ein Stern, der mehr westlich steht, früher durch den Meridian eines Ortes auf der Erde (welche sich

von Westen nach Osten dreht) geht, als ein andrer, später durch denselben gehen. Wir wissen, es geschieht im Mittel 50 Minuten später.

Dieses veranschaulichen wir uns an der Erdkugel, um welche sich eine andre kleinere Kugel, die den Mond vorstellt, in der Ordnung dreht, in welcher die Erde sich selbst umwälzt. Wegen des Fortrückens des Mondes innerhalb 24 Stunden kommt er morgen nothwendig später durch den Meridian. In Bezug auf einen Stern beträgt es für die Sonne 4 Minuten, für den Mond 50; seine wirkliche Bewegung ist folglich $\frac{50}{4} = 12\frac{1}{2}$mal so schnell als die scheinbare der Sonne.

3. Die Ebene der Mondbahn fällt nicht zusammen mit der Ebene der Erdbahn, der Ekliptik, sie macht einen Winkel von 5° mit derselben, er bleibt also, da die Ränder des Thierkreises 20° von einander abstehen, innerhalb desselben. In jedem Monat geht er folglich durch einen aufsteigenden und einen absteigenden Knoten. Fallen diese in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde oder deren Verlängerung, so entsteht eine Sonnen- oder eine Mondsfinsterniß.

Der Aequator des Mondes hat gegen die Erdbahn eine kleine Neigung von $1\frac{1}{2}°$, und gegen die Mondbahn eine Neigung von $5 + 1\frac{1}{2} = 6\frac{1}{2}°$. Jene ist für die physische Beschaffenheit der Mondoberfläche von besondrer Wichtigkeit, weil von ihr die Klimate abhangen. Davon später.

4. Fragen wir, ob seine Entfernung von der Erde immer dieselbe ist oder nicht, d. h. ob er sich in einem Kreise oder in einer andern krummen Linie um die Erde bewegt, so müssen wir an die Sehewinkel denken, die seine Scheibe in dem Auge des Beobachters macht. Diese sind nicht immer einander gleich; ungefähr ist er ein halber Grad = 30 Minuten, folglich ist seine scheinbare Größe ungefähr gleich der der Sonne. Aus dem Unterschiede der Sehewinkel haben die Astronomen seine größte und kleinste Entfernung von der Erde berechnet, jene = 54000, diese = 48000 Meilen gefunden. Seine mittlere Entfernung ist

folg-

folglich 51000 Meilen, und er hat eine Erdnähe und eine Erdferne (Perigäum und Apogäum). Nehmen wir sie zu 50000, die mittlere Entfernung der Sonne zu 20 Millionen Meilen an, so ist die Entfernung des Mondes $\frac{1}{400}$ der Entfernung der Sonne. Damit verglichen, ist er also der Erde sehr nahe. Da er bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der andern Seite steht, so beträgt der Unterschied seiner größten und kleinsten Entfernung von der Sonne 2mal 50000 = 100000 Meilen. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist gleich der der Erde von der Sonne, 21 Millionen Meilen.

Da seine mittlere Entfernung von der Erde = 51000 Meilen und der Durchmesser der Erde = 1720, so ist dieser in runder Zahl 30mal in ihr enthalten, d. h. 30 an einander gereihete Erdkugeln reichen bis zum Monde (60 Erdhalbmesser).

5. Fragen wir nach der Gestalt seiner Bahn vermöge seiner doppelten Bewegung um die Erde und um die Sonne, so begreifen wir leicht, daß sie keine einfache Ellipse sein kann; denn die Erde steht während eines Umlaufes des Mondes um sie nicht still.

Denken wir uns, daß ein Rad, dessen Achse still steht, um dieselbe geschwungen wird, so beschreibt jeder Nagel am Umfange des Rades einen Kreis um den Mittelpunkt der Achse. Bewegt sich das Rad zugleich vorwärts, wie das Rad eines fortgezogenen Wagens, so ist die Bahn eines am Umfange desselben befindlichen Nagels kein Kreis mehr. Er bleibt zwar in gleicher Entfernung von dem Mittelpunkte der Achse, aber bald ist er vor, bald hinter derselben. Die krumme Linie, die er beschreibt, wird eine Radlinie (Cycloide) genannt. Aehnlichkeit mit ihr hat die Bahn des Mondes. Der Mittelpunkt derselben, die Erde, geht aber nicht, wie die Achse eines Wagens, auf einer geraden Linie, sondern in einer krummen, beinahe kreisförmigen Bahn vorwärts. (Die Bahn des Mondes ist eine Epicycloide.)

Entwerfen wir eine Zeichnung darüber!

Fig. 26. AB, BC, CD u. s. w. seien gleiche Theile der Erdbahn, deren jeder in etwa 4 Tagen von der Erde zurückgelegt wird. Alsdann wird der Mond, wenn die Erde in II ankommt,

d. h. 7 dieser Theile in 28 Tagen zurückgelegt hat, ungefähr einen Umlauf um sie gemacht haben. Die um A, B, C u. s. w. beschriebenen kleinen Kreise stellen die Bahn des Mondes vor, die er beschreiben würde, wenn die Erde still stände. Er stehe am 1. Januar in a. Während die Erde von A nach B geht, hat er den 7ten Theil seiner Bahn um sie vollendet, er wird sich etwa in b befinden. Der Weg, den er zurückgelegt hat, wird folglich durch die Linie ab dargestellt. Nach abermals 4 Tagen kommt die Erde in C, der Mond in c an; nach 4 ferneren Tagen sind sie in D und d, dann in E und e, F und f, G und g, H und h. Die Bahn des Mondes ist folglich die Linie abcdefgh. Die Erde hat in dieser Zeit beinahe ein Zeichen des Thierkreises durchschritten, der Mond ist in allen Zeichen erschienen und hat seinen Lauf von a bis h in $27\frac{1}{3}$ Tagen zurückgelegt.

6. Der Mond ist kein scheibenartiger, sondern ein kugelförmiger Körper. Die Astronomen haben seinen Durchmesser 468 geographische Meilen lang gefunden. Er beträgt also etwas mehr als $\frac{1}{4}$ des Erddurchmessers. Da sich die Oberflächen zweier Kugeln wie die Quadratzahlen der Durch- oder Halbmesser verhalten, so ist auf der Mondoberfläche etwa der 14te Theil des Raumes der Erdoberfläche. Die Cubikräume zweier Kugeln verhalten sich wie die Cubikzahlen der Durch- und Halbmesser. Der Mond nimmt ungefähr den 50sten Theil des Raumes der Erde ein; 50 Mondkugeln, zu einer Kugelmasse vereinigt, erfüllen den Erdraum.

7. Mit bloßen Augen schon sieht man in der Scheibe des Mondes helle und dunkle Flecke, besonders wenn Vollmond ist, und zwar immer dieselben. Daraus folgt, daß der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt. Und was folgt daraus für die Achsendrehung des Mondes?

Man denke sich ihn um die Erde herumgehen. Was muß geschehen, wenn wir immer nur dieselbe Halbkugel sehen sollen?

Bewegt sich ein Mensch, im Kreise um uns herumwandernd, so, daß wir stets sein Gesicht, niemals den Hinterkopf sehen, so muß er sich allmählig in derselben Zeit, in der er um uns her-

umgeht, ganz herumgedreht haben. So auch der Mond: die Zeit seiner Achsendrehung fällt also mit der Zeit seiner Umdrehung um die Erde zusammen. In $27\frac{1}{3}$ Tagen dreht er sich einmal um seine Achse. Dieses ist die dritte Bewegung des Mondes. Während dieser Zeit hat er allen Zeichen des Thierkreises dieselbe Seite zugekehrt. Zur Veranschaulichung nehmen wir unsre Kugeln zur Hand! — —

8. Betrachten wir nun de Mond in Bezug auf die Sonne! Als Kugel wird stets die Hälfte seiner Oberfläche erleuchtet, die andre Hälfte dunkel sein. Wie lange hat ein Ort auf dem Monde Tag, wie lange Nacht?

Da er sich in derselben Zeit, in welcher er um die Erde läuft, in $27\frac{1}{3}$ Tagen um seine Achse dreht, aber noch 2 Tage 4 Stunden mehr verfließen, ehe wieder dieselbe Lichtphase eintritt, so wechseln in einer Zeit von $29\frac{1}{2}$ Tagen für einen Ort auf der Mondoberfläche Tag und Nacht mit einander. Was bei uns in 24 Stunden geschieht, geschieht dort in $29\frac{1}{2}$ Tagen, folglich dauert dort die Zeit des Hellseins $14\frac{3}{4}$ unsrer Tage, und eben so lang ist die Nacht eines Ortes $= 14\frac{3}{4} \times 24 = 354$ Stunden.

9. Wie viel sehen wir von der beleuchteten Seite des Mondes von der Erde aus? Natürlich den Theil, welcher der Erde zugekehrt ist. Kehrt er der Erde die ganze erleuchtete Hälfte zu, so sehen wir eine rund erleuchtete Scheibe; kehrt er ihr die dunkle (immer dieselbe) Seite zu, so sehen wir nichts. Jenes ist der Fall, wenn er 180° von der Sonne entfernt ist, ihr gegenüber steht, dieses, wenn er sich mit ihr an derselben Stelle des Himmels befindet.

Am deutlichsten wird dieses, wenn wir die Sonne durch eine Lampe, den Mond durch eine Kugel vorstellen und diese um die Erdkugel laufen lassen. Dieses müssen wir dem Leser überlassen. Wir entwerfen eine Zeichnung!

Fig. 27. E stelle die Erde vor, zur Rechten in unendlicher Entfernung stehe die Sonne, deren Strahlen, als parallel anzusehen, jedes Mal den Theil des Mondes beleuchten, der der Sonne zugekehrt ist; in unsrer Figur also immer die Seite rechts; die

Seite links ist dunkel. Nur bedenke man, daß wir die Mondhalbkugel durch einen Halbkreis darstellen müssen.

Steht der Mond in a, von E aus gesehen scheinbar bei der Sonne, so kehrt er uns die dunkle Seite zu, wir sehen nichts von ihm, wir haben Neumond. Ist er nach b gerückt, so sehen wir einen kleinen Theil der beleuchteten Seite. Daß er nun wie eine Sichel mit Hörnern (die „Hörner des Mondes") aussehen muß, wird deutlich an der von der Lampe beschienenen Kugel. In d sehen wir die halb erleuchtete Scheibe, das erste Viertel, in g den vollen Mond, in k das letzte Viertel u. s. w. Wie er jedes Mal erscheint, ist durch die inneren Kreise dargestellt. Von a bis g hat er zunehmendes, von g bis a abnehmendes Licht. In jenem Falle ist, wenn man das Gesicht ihm zukehrt, der zur rechten Hand des Beobachters befindliche Theil beleuchtet, in diesem der entgegengesetzte. Wenn Neumond eintritt, so steht er mit der Sonne in Conjunction, was in den Kalendern durch das Zeichen ☌ ausgedrückt ist; im Vollmond steht er mit der Sonne in Opposition, im Gegenschein ☍. In den Vierteln ist er 90° von der Sonne entfernt.

10. Denken wir uns mit dem Mondlaufe die Achsendrehung der Erde zusammen, daß beide von Westen gegen Osten geschehen, so begreifen wir den täglich später eintretenden Aufgang des Mondes, daß er im ersten Viertel 6 Stunden, als Vollmond 12 Stunden, als letztes Viertel 18 Stunden nach der Sonne aufgehen muß. Denkt man nun an die Zeit des Untergangs an diesen Tagen, so findet man leicht den Grund der Stellungen des Mondes über dem Horizont und die Stunden, in welchen er denselben bescheint, wie es oben auseinander gesetzt worden ist. Steht er z. B. in c als erstes Viertel, so geht er 6 Stunden nach der Sonne auf, 6 Stunden nach ihr unter, steht also bei Sonnenuntergang im Meridian und scheint am westlichen Himmel von 6 Uhr Abends bis Mitternachts, wo er untergeht, u. s. w.

11. Denken wir daran, daß die Erde, während der Mond einmal um sie herumläuft, nicht stillsteht, sondern fast den 12ten Theil [illegible] jährlichen Bahn [illegible] die Sonne zurücklegt, so begreift

man, daß der nächste Vollmond sich nicht in demselben Zeichen des Thierkreises, sondern ungefähr im folgenden ereignen kann. Der Mond muß also von einem Vollmond bis zum andern etwas mehr als einen ganzen Umlauf um die Erde zurücklegen. Auf die Fixsterne bezogen, legt der Mond seine Bahn in $27\frac{1}{3}$ Tagen zurück. Aber es dauert, bis es wieder Vollmond wird, 2 Tage 4 Stunden länger, Summa $29\frac{1}{2}$ Tage. Jene Umlaufszeit nennt man den siderischen, diese den synodischen Monat. Man veranschaulicht sich dieses an der Vorrichtung mit der Lampe und den Kugeln. (Die Länge des siderischen Monates ist genau: 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten 12 Secunden, die des synodischen Monates: 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Secunden.)

An einer Uhr findet etwas Aehnliches statt. Um 12 Uhr stehen beide Zeiger über einander. Um 1 Uhr hat der große Zeiger einen ganzen Umlauf gemacht; aber noch steht er nicht wieder über dem kleinen. Er erreicht ihn erst ($5\frac{5}{11}$ Minuten) nach 1 Uhr wieder.

12. Endlich wollen wir uns die Finsternisse veranschaulichen: a) durch eine Lampe und zwei Kugeln, von welchen die kleinere um die größere läuft. Der Schatten beider muß, da die Sonne viel größer ist als jede von ihnen, kegelförmig gedacht werden (Schattenkegel), spitz zulaufend. Da die Erde viel größer ist als der Mond und die Entfernung desselben von ihr nur $\frac{1}{400}$ der Entfernung von der Sonne beträgt, so kann der Mond von dem Schattenkegel der Erde vollkommen verfinstert werden (totale Mondsfinsterniß). Aber nicht die ganze Erde kann zugleich vom Schattenkegel des Mondes verdunkelt werden; nur ein Theil derselben. Da aber die scheinbare Größe des Mondes ungefähr der der Sonne gleich ist, so kann an einem bestimmten Orte auf der Erde die Sonnenfinsterniß total, oder auch ringförmig sein. In der Regel sind es Theilverfinsterungen (partiale). Nicht jede Sonnenfinsterniß ist auf der ganzen Erde sichtbar. Alles dieses sieht man an der Bewegung der Kugeln.

b) Durch Zeichnungen.

Die Mondsfinsterniß. Fig. 28. bc stelle die Sonne,

ad die Erde vor. Ziehen wir von a und d Berührungslinien nach dem oberen und unteren Sonnenrande, ab und de, und verlängern sie bis c, so bildet cad den Schattenkegel der Erde. In jedem Punkte seines Raumes kann nichts von der Sonne gesehen werden, es ist der Kernschatten. Ziehen wir von a und d auch die Berührungslinien ae und db und verlängern sie über a und d hinaus, so entsteht ein Raum fadg, in dem es, außerhalb des Kernschattens cad, Punkte giebt, von welchen aus ein Theil der Sonne gesehen werden kann, nach denen also nicht von allen Punkten der Sonne Licht fällt, der Halbschatten. Je näher an ca und cd heran, desto dunkler. Jenseits fa und gd ist vollkommne Helle.

Trifft nun der Mond in k ein, so fängt die Verfinsterung durch den Halbschatten an, in h erst durch den Kernschatten u. s. w.

Bedenken wir, daß der Mond schneller läuft als die Erde, aber in derselben Richtung der Zeichen, so begreifen wir, warum eine Mondsfinsterniß am östlichen Rande des Mondes beginnt und am westlichen Rande aufhört.

Die Sonnenfinsterniß. Fig. 29. S die Sonne, M der Mond, E die Erde. Der Kernschatten des Mondes trifft die Erde zwischen a und b; zwischen b und c und zwischen a und d liegt der Halbschatten. Die Orte zwischen a und b sehen nichts von der Sonne, sie haben eine totale Sonnenfinsterniß; die Orte zwischen b und c und zwischen a und d eine partiale; von e aus z. B. sieht man den Theil der Sonne nicht, welcher unter g liegt. Jenseits c und d findet gar keine Finsterniß statt.

Bedenken wir, daß der Mond von Westen nach Osten oder von der rechten zur linken Hand läuft, und in dieser Richtung vor die Sonnenscheibe tritt, so begreifen wir, daß durch den östlichen Rand des Mondes die Sonnenfinsterniß beginnt, d. h. dieser Rand zuerst vor die Sonnenscheibe tritt, der westliche Rand desselben zuletzt sie verläßt.

Endlich begreift sich, daß die Mondsfinsterniß an allen Orten, wo sie überhaupt sichtbar ist, in demselben absoluten Augen-

blicke anfängt, nur zu andern Stunden an Orten, die nicht unter demselben Meridian liegen. Daher kann man die Mondsfinsternisse vortrefflich zu Längenbestimmungen benutzen.

1) Der Lehrer läßt nun einzelne Schüler an dem runden Tische Alles, was bisher dargestellt worden, zeigen, und was er verlangt, stellen alle auf ihren Tafeln durch Zeichnungen dar.

2) Von der physischen Beschaffenheit des Mondes später.

3) Fragen: Den wie vielsten Theil der Dauer aller Nächte im Jahre zusammen haben wir Mondschein? Kommt dabei ein Ort auf der Erde zu kurz? Wenn man daran denkt, daß die Helligkeit, welche in den Nächten, 4 bis 5 Tage vor und nach dem Neumond, hervorgebracht wird, gering ist, findet man dann, daß der Mond die Hälfte aller Stunden der Nacht das Jahr hindurch hell macht?

Wird die Zeit der Helligkeit an einem Orte auf der Erde durch die Morgen- und Abenddämmerung verlängert oder verkürzt? Um wie viel Stunden im Jahre, wenn die Dämmerung täglich durchschnittlich 4 Stunden dauert? (Von Mitte Mai bis Ende Juli dauert für Berlin, da die Sonne nicht mehr 18° unter den Horizont sinkt, die Dämmerung außerdem die ganze Nacht. Das Minimum der Dämmerung ist 1 Stunde 49 Minuten, Ende Februar und Mitte October. Am Nordpole fängt die Dämmerung schon den 29. Januar an, und erst 51 Tage nachher geht die Sonne dort auf.) Wenn die Strahlenbrechung das Aufgehen der Sonne um 4 bis 5 Minuten beschleunigt, ihr Untergehen um 4 bis 5 Minuten verzögert: wie viel volle Tage macht dies im ganzen Jahre? (Den Polen geht so die Sonne 2 bis 3 Tage früher auf und eben so viel später unter.)

C. Das Sonnensystem.

1. Die Erde dreht sich um die Sonne, und zwar, wie gelehrt worden, in einer Ellipse, die von der Form eines Kreises nicht sehr abweicht. Die Sonne steht in dem einen Brennpunkte der Ellipse.

Gerade also verhält es sich auch mit den übrigen Planeten. Ein Planet ist ein Himmelskörper, der sich um die Sonne dreht, und sein Licht von der Sonne erhält. Alle bekannten Planeten, die man genau hat beobachten können, drehen sich auch um ihre Achse. Dieses ist aber kein charakteristisches Zeichen eines Planeten; es gilt auch, wie wir später sehen werden, von der Sonne, und, wie wir schon gesehen haben, auch vom Monde, desgleichen

von den andern Nebenplaneten. Unser Mond ist ein Nebenplanet, die Erde ist ein Hauptplanet. Ein Nebenplanet dreht sich um einen Hauptplaneten, mit demselben um die Sonne, von der er, wie sein Hauptplanet, sein Licht empfängt. Die wesentlichen Merkmale eines Planeten überhaupt sind also: unmittelbare Drehung um die Sonne und Mangel eignen Lichtes, folglich, da die Sonne den Raum um sich her durchstrahlt, Beleuchtung der jedesmal ihr zugekehrten Seite. Die unmittelbare Drehung um die Sonne macht einen Planeten zu einem Haupt-, die mittelbare zu einem Nebenplaneten.

2. Der Hauptplaneten kennt man bis jetzt 11, der Nebenplaneten 18. Zwei von jenen sind näher bei der Sonne als die Erde, die übrigen acht weiter von ihr entfernt. Jene hat man untere, diese obere Planeten genannt. Namen und Zeichen aller 11 Hauptplaneten, von der Sonne aus, sind folgende:

1.	Mercur ☿	7.	Ceres ⚳
2.	Venus ♀	8.	Pallas ⚴
3.	Erde ♁	9.	Jupiter ♃
4.	Mars ♂	10.	Saturn ♄
5.	Vesta ⚶	11.	Uranus ⛢
6.	Juno ⚵		

Die Eintheilung derselben in untere und obere ist keine absolute, sondern eine relative oder individuelle, von der Erde aus. Die unteren können nie der Sonne gerade gegenüber stehen, so daß die Erde zwischen der Sonne und Mercur oder Venus stände, also nie in sogenannter Opposition, nur in Conjunction mit der Sonne. Die oberen Beides. Aus jenem Grunde können die unteren weniger vollständig beobachtet werden als die oberen, die man oft bei voller Beleuchtung, die ganze Nacht hindurch, sehen kann.

Man theilt die Planeten wohl auch in drei, einander ähnliche Gruppen:

Mercur, Venus, Erde, Mars — untere;
Vesta, Juno, Ceres, Pallas — mittlere;
Jupiter, Saturn, Uranus — obere.

Vier von diesen haben Nebenplaneten, Trabanten, Monde: Die Erde einen, der Jupiter 4, der Saturn 7, der Uranus 6.

3. Alle Planeten laufen in Ellipsen um die Sonne; ein jeder hat also einen Punkt der Sonnennähe, der Sonnenferne, folglich eine kleinste, eine größte und eine mittlere Entfernung. Die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne und ihre Umlaufszeiten um die Sonne sind in runden Zahlen folgende:

Mercur	8	Millionen	Meilen;	Umlaufszeit	88 Tage.
Venus	15	—	—	—	224 —
Erde	21	—	—	—	365 Tage = 1 Jahr.
Mars	31	—	—	—	1 Jahr 322 Tage.
Vesta	49	—	—	—	4 Jahre.
Juno	55	—	—	—	4 —
Ceres	57	—	—	—	4 —
Pallas	57	—	—	—	4 —
Jupiter	107	—	—	—	12 —
Saturn	197	—	—	—	29 —
Uranus	396	—	—	—	83 —

Ceres und Pallas stehen fast in gleicher Entfernung von der Sonne.

4. Alle Planeten laufen in derselben Richtung von Westen gegen Osten um die Sonne, in dem Thierkreise, nach der Ordnung der Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge u. s. w. Die Ebenen ihrer Bahnen fallen zwar nicht mit der Ekliptik, der Ebene der Erdbahn, zusammen, aber die meisten machen nur so kleine Winkel mit ihr, daß sie sich nicht aus der 20° breiten Zone des Thierkreises entfernen. Doch gilt dieß nicht von Juno, Ceres und Pallas. Letztere entfernt sich am weitesten (35°) von der Ekliptik, also 25° von den Rändern des Zodiakus.

Aber, wie oben schon angegeben worden, die Planeten scheinen nicht immer regelmäßig von Westen gegen Osten durch die Zeichen des Thierkreises, sondern vielmehr bald vorwärts, bald rückwärts zu laufen, bald still zu stehen. Dieses rührt von den

verschiedenen Stellungen der Erde und der Planeten und ihren, zu gleicher Zeit statt findenden Bewegungen her.

In Fig. 30. stelle der Punkt S den Ort der Sonne vor, der kleinere Kreis die Erdbahn, der größere die Bahn eines oberen Planeten. Dieser legt, während die Erde einmal ganz um die Sonne läuft, nur einen Theil seiner Bahn zurück. Während die Erde sich von I nach II, III, IV und wieder nach I bewegt, gehe er von 1 nach 2, 3, 4, 5. Alsdann wird er von einem Erdbewohner in I in der Richtung der geraden Linie I 1 bei dem Fixsterne 1′ gesehen; in II in der Richtung II2 bei 2′, in III in der Richtung III3 bei 2′, in IV in der Richtung IV4 bei 4′ in I wieder in der Richtung I5 bei 5′. Während des ersten Erdvierteljahres hat der obere Planet also am Fixsternhimmel scheinbar den Weg 1′ 2′ zurückgelegt, während des zweiten Vierteljahres hat er in 2′ stillgestanden, während des dritten ist er von 2′ bis 4′ zurückgelaufen, während des vierten ist er von 4′ bis 5′ wieder rechtläufig gewesen. Wir sehen, daß seine scheinbare Geschwindigkeit sehr ungleich erscheinen muß.

Wie mit den oberen, so verhält es sich auch mit den unteren Planeten. (Zeichnung darüber!)

5. Die Größen der Planeten sind sehr ungleich, sowohl die wirklichen als die scheinbaren.

Letzteres darum, weil sie in verschiedenen Zeiten sehr verschiedene Entfernungen von der Erde haben. Denn bald stehen sie auf derselben, bald auf entgegengesetzten Seiten der Sonne.

Die wirklichen Größen sind, die Sonne mit eingeschlossen, ihrem körperlichen Raume und ihren Durchmessern nach, in runden Zahlen, wenn der Körperraum der Erde = 1 gesetzt wird, folgende:

Name.	Körperlicher Raum.	Durchmesser in geographischen Meilen.
Sonne	1400000	193000
Mercur	$\frac{43}{100}$	600
Venus	$\frac{9}{10}$	1660
Erde	1	1720
Mars	$\frac{1}{6}$	930
Vesta	—	—
Juno	—	— Nicht genau bekannt.
Ceres	—	—
Pallas	—	—
Jupiter	1400	20000
Saturn	600	15000
Uranus	81	7500

Die vier, zwischen Mars und Jupiter stehenden Planeten sind sehr klein, sie werden daher auch Asteroiden genannt, können mit bloßem Auge nie gesehen werden. Alle übrigen sind mit unbewaffneten Augen sichtbar, nur nicht immer. Der Mercur entfernt sich nicht weit von der Sonne, zuweilen sieht man ihn vor Sonnenaufgang, zuweilen nach Sonnenuntergang. Die Venus glänzt bald am Morgen-, bald am Abendhimmel. Beide stehen, als untere Planeten, nie der Sonne gerade gegenüber, oder 180° von ihr entfernt. Dieses gilt nur von den oberen Planeten.

6. Der Uebersicht wegen bemerken wir hier auch, daß die Planeten sich auch um ihre Achsen drehen; wenigstens ist es von den meisten bekannt. Man weiß es aus der Beobachtung ihrer Flecke, die an dem einen Rande erscheinen, am andern verschwinden.

Die Achsendrehung geschieht, wie die der Erde, von Abend gegen Morgen, die des Mercur, der Venus, des Mars in ungefähr 24 Stunden, wie die Achsendrehung der Erde, des Jupiter und des Saturn in ungefähr 10 Stunden.

7. Die Drehung der Nebenplaneten um die Hauptplaneten geschieht auch von Westen gegen Osten.

8. Alle diese Körper zusammen bilden mit unzähligen Kometen, die sich in viel länglicheren Bahnen um die Sonne drehen und nur in der Sonnennähe gesehen werden, das Sonnensystem. Man nennt es das Copernicanische, von dem großen Astronomen Copernicus unsterblichen Andenkens, der die große Wahrheit, daß die Erde sich um die Sonne drehe, entdeckte und lehrte. Bis dahin hatten die Menschen dem Scheine, daß die Sonne sich um die Erde drehe, geglaubt. Dieses scheinbare System nennt man von einem Manne, der 130 Jahre nach Christi Geburt lebte und es in einem Werke beschrieben hat, das Ptolemäische System. Es ist das System des Scheins. Nach demselben bilden der Reihe nach der Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn (mehr Planeten kannte man damals nicht) die Umgebung der Erde.

1) Eine Nachbildung des Sonnensystems, ein Planetarium, wird gezeigt und erklärt.

2) Man begiebt sich mit den Schülern auf eine freie Ebene und stellt die Planeten durch Personen dar, die sich in ungleichen Entfernungen mit ungleichen Geschwindigkeiten um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt bewegen. Die Bewegung des Mondes und der Monde um Jupiter, Saturn und Uranus kann in derselben Weise (grob) versinnlicht werden u. s. w.

Aufgabe 1. Die Schüler entwerfen eine Zeichnung des Ptolemäischen Systems.

Die Zeichnung wird der Fig. 31. ähnlich sein.

Aufgabe 2. Es wird das Sonnensystem, wie es wirklich ist, das Copernicanische, entworfen.

Siehe Fig. 32. Auf die Darstellung der verhältnißmäßigen Entfernung muß verzichtet werden.

Die drei mit verzeichneten Kometenbahnen stellen die Bahnen des Enke'schen, Biela'schen und Halley'schen Kometen dar.

Aufgabe 3. Die Schüler versinnlichen sich die verhältnißmäßige Größe der Planeten.

Fig. 33.

Aufgabe 4. Sie stellen in einer Tabelle (einem Schema) die Angaben über die Größen, nach dem Rauminhalt und der Länge der Durchmesser, die Entfernungen von der Sonne, die Umlaufszeiten der Planeten von der Sonne zusammen.

Aufgabe 5. Der Durchmesser der Sonne =193000 Meilen, der der Erde =1720, der des Mondes =468 Meilen. Entfernung des Mondes von der Erde =51000 Meilen. Man denke sich, so weit es nöthig ist, den

Sonnenkörper hohl, die Erde mit dem Monde hineingesetzt. Wie dick würde noch die Sonnenrinde bleiben?

Die Schüler werden so argumentiren:

Halbmesser der Sonne	=	96500	Meilen.
— — Erde	=	860	—
— des Mondes	=	234	—
Entfernung des Mondes von der Erde	=	51000	—

Folglich bleibt für die Sonnenrinde noch eine Dicke von etwa 44000 Meilen übrig. Dieses giebt ungefähr eine Vorstellung von der ungeheuern Größe der Sonne.

Der Inhalt der Aufgabe werde durch eine Zeichnung veranschaulicht!

Aufgabe 6. Da wir von den wirklichen Entfernungen der Planeten von der Sonne keine anschauliche Vorstellung haben, so stellen wir, um uns die Sache etwas näher zu rücken, folgende Aufgaben:

Ein Dampfschiff fährt stromabwärts etwa 2 Meilen in einer Stunde, ein Dampfwagen höchstens 8 Meilen in einer Stunde, eine Kanonenkugel legt in der Secunde 600 Fuß zurück: wie viel Zeit würde A) ein Dampfschiff; B) ein Dampfwagen; C) eine Kanonenkugel gebrauchen (vorausgesetzt, daß sie mit gleicher Geschwindigkeit Tag und Nacht fortgehen), um zurückzulegen:

1) den Weg um den Erdäquator, 5400 Meilen?

2) den Weg von der Erde bis zum Monde, 51000 Meilen?

3) den Sonnenäquator = 112mal Erdäquator?

4) den Weg von der Sonne bis zur Erde, 21 Millionen Meilen?

5) den Weg von der Sonne bis zum Uranus, 396 Millionen Meilen?

6) den Weg von der Sonne bis zum nächsten Fixsterne, wenigstens 12 Billionen Meilen?

7) Der Lichtstoff bewegt sich von der Sonne bis zur Erde in 8 Minuten. Wie viel Zeit gebraucht das Licht von der Sonne bis zum nächsten Fixstern?

Antworten:

1) Der Weg um den Erdäquator wird zurückgelegt:
   a) von einem Dampfschiff in 112½ Tagen;
   b) von einem Dampfwagen in 28 Tagen 3 Stunden;
   c) von einer Kanonenkugel *) in 2 Tagen 12 Stunden.

2) Der Weg von der Erde bis zum Monde:
   a) von einem Dampfschiff in 2 Jahren 332 Tagen 12 Stunden;
   b) von einem Dampfwagen in 265 Tagen 15 Stunden;
   c) von einer Kanonenkugel in 23 Tagen 14 Stunden 40 Minuten.

3) Der Sennenäquator = 112×5400 Meilen:
   a) von einem Dampfschiff in 34 Jahren 190 Tagen;

*) Ist es an sich möglich?

b) von einem Dampfwagen in 8 Jahren 230 Tagen;
c) von einer Kanonenkugel in 280 Tagen.

4) Der Weg von der Sonne bis zur Erde:
a) von einem Dampfschiff in 1198 Jahren 230 Tagen;
b) von einem Dampfwagen in 299 Jahren 240 Tagen;
c) von einer Kanonenkugel in 26 Jahren 232 Tagen 5 Stunden 20 Minuten.

5) Der Weg von der Sonne bis zum Uranus:
a) von einem Dampfschiff in 22602 Jahren 270 Tagen;
b) von einem Dampfwagen in 5650 Jahren 250 Tagen;
c) von einer Kanonenkugel in 502 Jahren 103 Tagen 8 Stunden.

6) Der Weg von der Sonne bis zum nächsten Fixsterne:
a) von einem Dampfschiff in 684,931,006 Jahren 310 Tagen;
b) von einem Dampfwagen in 171,232,875 Jahren 260 Tagen;
c) von einer Kanonenkugel in 15,220,700 Jahren 55 Tagen 13 Stunden 20 Minuten.

7) Das Licht der Sonne würde, in gleichmäßiger Bewegung, auf dem nächsten Fixsterne in 8 Jahren 258 Tagen 14 Stunden 18$\frac{1}{7}$ Minuten ankommen.

Daß die Schüler diese Aufgaben selbst lösen müssen, versteht sich von selbst. Die Resultate erwecken dann von selbst, ohne irgend ein Wort von Seiten des Lehrers — nun was denn? Wäre nicht auch hier jedes Wort mehr als überflüssig?

Zusatz.

Folgende Zusammenstellung dürfte hier noch am rechten Orte stehen.

Unser Sonnensystem wird von zwei Arten von Weltkörpern gebildet, und sie zerfallen in drei Ordnungen.

Erste Art: Selbstleuchtende (Sonnen).

Zweite Art: Beleuchtete: a) Planeten;
b) Nebenplaneten, Monde, Trabanten, Satelliten;
c) Kometen.

(Ob Sternschnuppen, Meteorsteine u. s. w. zu den Weltkörpern gehören, steht noch nicht fest. Siehe den Schluß dieser Schrift!)

Erste Ordnung der Weltkörper: Sonnen.
Zweite — — — : Planeten.
Dritte — — — : Monde.

Die Monde scheinen die niedrigste Ordnung der Weltkörper zu sein, indem sich kein Körper mehr um sie dreht.

Aus einigen Sätzen von Laplace läßt sich dieses auch ableiten, wie folgt:

1) Ein Körper, welcher sich um einen andern von höherer Ordnung dreht, muß sich um denselben in kürzerer Zeit drehen, als dieser sich um

einen, der wieder von höherer Ordnung ist, herumwälzt. Thäte er dieses nicht, gebrauchte z. B. der Mond mehr als ein Jahr zu seinem Umlauf um die Erde, so würde er kein Trabant, sondern ein selbstständiger Planet geworden sein.

2) Dreht sich ein Mond um seine Achse, so muß er dazu längere Zeit gebrauchen, als die ist, in welcher sich der Hauptplanet um seine Achse dreht; z. B. der Mond in 27⅓ Tagen, die Erde in 24 Stunden. Thäte er dieses nicht, so würde er sich mit dem Hauptplaneten vereinigt, mit ihm zu einem Körper geworden sein, sich nicht von ihm getrennt erhalten haben.

Die Richtigkeit dieser Sätze vorausgesetzt, folgt, daß ein Mond, wie der unsre, dessen Jahr und Tag, d. h. Umlaufszeit um die Erde und Achsendrehung zusammenfällt, keinen ihm untergeordneten Mond haben kann.

Denn nach dem ersten Satze müßte sich derselbe um den Mond drehen in weniger als 27⅓ Tagen, und nach dem zweiten um sich selbst in mehr als 27⅓ Tagen, was sich aufhebt (aufzuheben scheint). Folglich sind die Monde die Weltkörper der untersten Ordnung.

Nach unten zu setzt sich also die Ordnung der Weltkörper nicht fort; aber nach oben? Monde um Planeten, Planeten um Sonnen, Sonnen — — — ?

Daß unsre Sonne im Weltraume nicht still steht, ist gewiß. Wahrscheinlich dreht sie sich um einen Centralkörper höherer Ordnung. Daß sich Sonnen um einander oder vielmehr um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ihres Systems drehen, weiß man aus den sogenannten Doppelsternen. Die Kenntniß der Weltkörper höherer Ordnungen als Sonnen und die Fortsetzung jener Reihe müssen wir der Zukunft überlassen. —

Die Zahl der Uranusmonde haben wir zu 6 angegeben. Dieses steht nicht ganz fest, 3 aber hat er gewiß. Herschel will einmal 8 gesehen haben. Zu unserm Sonnensystem gehören also sicher 15 Monde. Giebt es außer den 11 Planeten keine mehr? Kennen wir sie alle?

Es ist nicht wahrscheinlich. Sowohl innerhalb des Mercur, als zwischen Mercur und Venus, als auch jenseits des Uranus können sich noch welche befinden.

Die Umlaufszeit des Mercur ist 88 Tage, die Sonne dreht sich in 25 Tagen um die Achse. Zwischen 25 und 88 Tagen liegt noch Zwischenzeit genug. Nach den Laplace'schen Sätzen können also hier noch Planeten kreisen. Die große Nähe der Sonne wird sie schwer entdecken lassen.

Innerhalb der bereits bekannten Planeten können sich noch unbekannte bewegen, und zwar noch recht viele, nur keine großen. Die 4 Asteroiden sind erst zu Anfang dieses Jahrhunderts entdeckt worden.

Jenseits Uranus ist noch Raum genug. Denn welche Weite von ihm bis zum nächsten Fixstern, 61 im Schwan! Von 400 Millionen Meilen bis zu 12 Billionen, oder von 20 Erdweiten bis 6000000 Erdweiten! Sollte dieser unermeßliche Raum ganz leer sein? Die in demselben befindlichen Planeten mögen zu schwach beleuchtet werden, als daß wir sie mit unsern Fernröhren wahrnehmen könnten.

Ob der Gegensatz zwischen **selbstleuchtenden und beleuchteten Körpern** ein absoluter ist?

Es scheint nicht, d. h. es scheint Körper zu geben, die zwar von einer Sonne beleuchtet werden, aber auch eignes Licht haben. So wahrscheinlich die drei entfernteren, mit einer Anzahl von Monden umgebenen Planeten: Jupiter, Saturn und Uranus, deren lebhafter Glanz sich daraus vielleicht erklären läßt.

Wenn man Luft (z. B. in einer Compressionspumpe) stark zusammendrückt, so entwickelt sich nicht nur Wärme, sondern auch Licht. Auf der Oberfläche der Sonne ist die Anziehung 38mal so stark als auf der Oberfläche der Erde; ein Stein fällt dort in der ersten Secunde 38mal 15 = 570 Fuß. Daraus dürfen wir, wenn die Sonne von gasartigen Massen umgeben ist, auf eine sehr starke Zusammendrückung derselben schließen. Daher vielleicht das Leuchten, das Sonnenhafte. Besteht nun ein Weltkörper aus großen Massen und hat Gasarten um sich herum, so daß die Dichtigkeit derselben groß ist, so kann dadurch Licht entstehen, wie es auf dem Jupiter, Saturn und Uranus in der That der Fall zu sein scheint, so daß sich das eigne Licht mit dem der Sonne verbindet. Freilich kann ihr auffallend starkes Leuchten auch von der Beschaffenheit ihrer Oberflächen herrühren, die vielleicht spiegelartig das Licht zurückwerfen.

Einige Aufgaben, die man an jedem guten Erdglobus lösen kann.

1) Den Globus richtig zu stellen a) für den Aequatorbewohner, b) Polbewohner, c) Bewohner Berlins oder 52° nördlicher Breite;

2) den Ort der Neben- und Gegenbewohner und der Gegenfüßler Berlins nachzuweisen;

3) die Tagebogen der Sonne in den 4 Jahreszeiten, die Auf- und Untergangspunkte der Sonne für die 3 (unter 1) angegebenen Hauptstellungen nachzuweisen;

4) die Orte zu bezeichnen: a) welchen die Sonne im Jahre 2mal, 1mal in's Zenith kommt; b) welchen sie stets gegen Süden, c) welchen sie stets gegen Norden culminirt;

5) die Orte zu zeigen: a) deren Tag und Nacht stets gleich ist; b) deren längster Tag 24 Stunden, c) deren Tag 6 Monate, d) deren längster Tag mehr als 12, weniger als 24 Stunden währt;

6) die Orte zu zeigen: a) die alle 4 Weltgegenden, b) die nur eine Weltgegend haben; c) wo nur Südwinde, d) wo nur Nordwinde wehen;

7) die Orte zu zeigen: a) welche einerlei geographische Länge, b) einerlei geographische Breite, c) gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite, d) die kleinste, e) die größte geographische Breite, f) mit allen Orten auf der Erde einerlei geographische Länge haben;

8) die geographische Breite und Länge verschiedner Oerter auf dem messingenen Meridian und dem Aequator abzulesen;

9)

9) die Insel aufzusuchen: a) deren geographische Länge 65° und südliche geographische Breite $23\frac{1}{2}$°, b) deren geographische Länge 140° und nördliche geographische Breite $23\frac{1}{2}$° beträgt;

10) zu zeigen, daß die geographische Breite der Polhöhe gleich sei;

11) die Lage der Orte zu zeigen, welche, wenn Berlin Mittag hat, Abends 6 Uhr, Mitternachts 12, Morgens 6 Uhr haben;

12) den Zeitunterschied zwischen Berlin und Konstantinopel, Jerusalem, Peking, Boston und Paris zu bestimmen;

13) die Orte zu zeigen: a) welche die längste, b) die kürzeste Dämmerung haben; c) warum die Dämmerung im Juni und Juli in Berlin die ganze Nacht dauert;

14) zu zeigen: a) wo die unschattigen, umschattigen, ein- und zweischattigen Menschen wohnen; b) wo die senkrechte, die schiefe und die parallele Sphäre ist;

15) die Stellung der Menschen, Bäume, Thürme und Schiffe in verschiedenen Breiten und Längen zu veranschaulichen;

16) die richtige Stellung der Erdachse gegen eine Tischebene, welche die Ekliptik vorstellt, zu zeigen;

17) den Parallelismus der Erdachse bei ihrem Umlauf um die Sonne nachzuweisen;

18) die Stellung der Erde gegen die 12 Zeichen des Thierkreises, welche an dem Rande einer runden Tischebene dargestellt werden, zu Anfang der 4 Jahreszeiten zu versinnlichen;

19) mit den vorhergehenden Stellungen die Achsendrehung zu verbinden und die dadurch entstehenden Erscheinungen nachzuweisen;

20) den Umlauf des Mondes um die Erde, seine Lichtphasen, Sonnen- und Mondsfinsternisse zu veranschaulichen;

21) die Stellungen des Mondes und der Sonne zu bezeichnen, welche die höchsten und die niedrigsten Fluthen erzeugen;

22) nachzuweisen, in welcher Beleuchtung man vom Monde aus in den 4 Hauptstellungen die Erde erblickt;

23) die Ursache zu veranschaulichen: a) warum man von der Erde aus nur eine Seite des Mondes, b) warum man auf der einen Seite des Mondes die Erde nie erblickt;

24) darzuthun, warum der Vollmond im Winterhalbjahr höher steht als im Sommerhalbjahre.

Zusatz zu Aufgabe 11.

Wenn es am Rhein, z. B. in Mainz, 12 Uhr Mittags ist, so hat man in Berlin und fast gleichzeitig in Wien $12\frac{1}{2}$ Uhr;

in Warschau und Athen	1	—
in St. Petersburg und Konstantinopel	$1\frac{1}{2}$	—
in Jerusalem und Trapezunt	2	—
in Saratow und auf Madagascar	$2\frac{1}{2}$	—

in Orenburg und Teheran	3 Uhr;
in Buchara und Kabul	4 —
in Tomsk und auf Ceylon	5 —
in Irkutsk und Sumatra	6 —
in Peking und Kanton	7 Uhr Abends;
in Jakutsk und Westküste Neuhollands	8 —
in Ochotsk und Japan	9 —
in Kamtschatka und Botanybay	10 —
auf den Aleuten und in Neuseeland	11 —
in der Beringsstraße und im Mangia-Archipel	12 Uhr Nachts.
Dagegen in Amsterdam und Marseille	11½ Uhr Vormittags;
in Edinburg und Bayonne	11 — —
in Dublin und Lissabon	10½ — —
auf Madera und in Senegambien	10 — —
auf den azorischen Inseln und auf Trinidad	9 — —
auf Terre neuve und in Rio de Janeiro	8 — —
auf den Bermuden und in Buenos Ayres	7 — —
in Neuyork und Lima	6 — —
in Neu-Orleans und Chiapa	5 — —
auf Melville und in Santa Fé	4 — —
am großen Bärensee und in Neu-Californien	3 — —
an der Mündung des Mackenziestroms und im Archipel der Gefahr	2 — —
im russischen Amerika und auf Owaihi	1 Uhr Nachts.

Nach der Analogie von „Windrose" könnte man einen in 24 gleiche Theile getheilten Kreis mit beigeschriebenen Ortsnamen und Zahlen, welche die Tageszeit derselben mit Bezug auf eine für den Hauptort angenommene Zeit angeben, eine Zeitrose nennen.

V. Bewegende Kräfte oder die Ursachen der Bewegungen und der Erhaltung des Sonnensystems.

Es giebt kein einfacheres und zugleich erhabeneres Schauspiel, als das ist, welches das Sonnensystem darbietet: ein Centralkörper, um ihn herum, beinahe in derselben Ebene, 11 Körper herumlaufend, von denen mehrere wieder von kleineren Körpern

umkreiset werden; außerdem unzählige Kometen, in ihrer seltsamen Weise in allen Richtungen den Weltraum durchschreitend, alle aber an denselben Mittelpunkt gebunden, angezogen und anziehend; und ihre mannigfaltigen, wunderbaren Bewegungen vollzogen in solcher Regelmäßigkeit und Sicherheit, daß die Sternkundigen im Stande sind, die Erscheinungen auf Jahrhunderte, ja Jahrtausende voraus zu bestimmen. — —

Hat man sich eine Zeit lang in stiller Bewunderung dieses große, erhabene Ganze vorgestellt, so möchte man gern einen Blick in das Innere thun, die Ursachen kennen lernen, welche in demselben walten. Ursachen, welche in der körperlichen (physischen) Welt wirken, heißen Kräfte. Welches sind, fragen wir daher, die Kräfte, durch deren Wirkung die Erscheinungen des Himmels, namentlich die Bewegungen der Planeten, hervorgerufen werden? Die Kräfte sind bewegende Kräfte. Ist es eine, sind es mehrere? welche und wie wirken sie? Die Beantwortung dieser Fragen verdanken wir vorzugsweise dem großen brittischen Naturforscher Newton, geboren 1642, gestorben 1727 und begraben in der Westminsterabtei in London neben den Königen und andern unsterblichen Männern der großen englischen Nation.

1. Die Kraft, welche der Schöpfer als Urkraft in die Materie legte, ist die Anziehungskraft. Jedes materielle Theilchen, — ob fest, flüssig, luftförmig, gleichviel — zieht jedes andre materielle Theilchen an; alle haben vermöge dieser Eigenschaft das Bestreben, sich mit einander zu vereinigen, zusammen zu sein und einen Körper auszumachen. Wenn kein Hinderniß vorhanden ist, so folgen sie natürlich dieser Kraft, und wo es nicht geschieht, da ist eben ein Hinderniß vorhanden, d. h. eine andre Kraft, welche das unbedingte Wirken jener Kraft einschränkt. Wo nur eine vorhanden ist, da wirkt sie natürlich uneingeschränkt. Denn eine Ursache ist nicht ohne ihre Wirkung.

Wie ein Magnet ein in seine Nähe gebrachtes Eisenfeilspänchen oder eine Nadel zu sich heranzieht und sie festhält, so zieht jedes materielle Theilchen jedes andre an. Die Magnetkraft ist auch eine Anziehungskraft, aber sie erstreckt sich nur auf gewisse

Körper; die in jeder Materie liegende ist eine ganz allgemeine, die allgemeine Anziehungskraft (allgemeine Attractionskraft, unpassend auch allgemeine Schwerkraft genannt). Sie ist nicht auswendig an, sondern in und mit der Materie. Sie entstand, als im Anfange der Dinge durch des Schöpfers Willen die Materie entstand, mit der Materie. Sie ist eine Grundkraft, d. h. sie kann von keiner andern Kraft abgeleitet, und die Materie nicht ohne sie gedacht werden.

Denken wir uns die den Raum erfüllende Materie im Anfange der Dinge, als das Chaos entstand, in dem Weltraume zerstreut, so mußte zugleich die Wirkung der mit der Materie gegebenen Anziehungskraft erfolgen, d. h. die materiellen Theilchen vereinigten sich, es entstanden größere Körper. Wir wissen, daß in dem Theile des Weltraumes, in dem wir uns befinden, ein sehr großer und eine Anzahl kleinerer entstanden ist: der Sonnenkörper, die Planeten, die Kometen. Warum sich nicht die ganze Materie zu einem Körper vereinigt hat, wissen wir nicht. Es muß ein Hinderniß, d. h. eine zweite Kraft vorhanden gewesen sein, die dieses nicht zuließ. Wo wir eine Kraft, die unser Verstand als vorhanden seiend oder vorhanden gewesen annehmen muß, nicht kennen, da denken wir an den allmächtigen Willen des Schöpfers, der allen Kräften und Erscheinungen der Natur zu Grunde liegt *). Genug, an einzelnen Stellen des Weltraums vereinigten sich die Materien und bildeten größere Körper. Diese zogen einander an, vereinigten sich aber nicht, es wirkte eine andre Kraft mit, in andrer Richtung, als die Anziehungskräfte, und durch die vereinigte Wirkung beider entstanden die Bewegungen der Himmelskörper um einander. Die Sonne zog die Planeten, die Planeten die Sonne an; jene, wie diese bewegten und bewegen sich um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen

*) So unterscheidet sich die Weltansicht des gewöhnlichen Mannes von der des gebildeten: jener schreibt die Wirkungen unmittelbar dem Schöpfer zu, während dieser in den Wirkungen Naturkräfte erkennt, die aber auch auf den Schöpfer und Vater der Natur zurückgehen.

Systems. Die von dem großen Sonnenkörper ausgehende Kraft zog den Planeten zu sich hin (die Centripetalkraft), eine andre, nach der Seite gehende Kraft (die Centrifugalkraft) wirkte ihr entgegen, beide vereinigt erzeugten die krummlinigen Bewegungen. Eine Kraft allein kann nur eine geradlinige Bewegung hervorbringen, der Körper, auf den sie wirkt, muß ihr folgen. Wo daher eine krummlinige Bewegung ist, da wirken unausgesetzt wenigstens zwei Kräfte auf den Körper, von welchen jede allein ihn in gerader Linie treiben würde.

2. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper auf einen andern ausübt, hängt von der Menge seiner Theile, d. h. von seiner Masse, ab. Doppelte Masse, doppelte Kraft der Anziehung, halbe Masse, halbe Anziehungskraft u. s. w.

3. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper von einem andern erfährt, hängt nicht von der Masse des angezogenen Körpers ab. Ein Körper zieht zwei andre Körper, wenn diese auch sehr ungleiche Massen haben, wenn sie nur gleich weit von dem anziehenden Körper entfernt sind, gleich stark an.

Die Größe der Masse eines Körpers wird durch den Druck, den er auf eine Unterlage ausübt, d. h. durch das Gewicht bestimmt; und die Masse hängt ab von dem Raume, den sie einnimmt, und von ihrer Dichtigkeit. Je größer der Raum, desto größer die Masse; je größer die Dichtigkeit, desto größer die Masse. (Die Massen zweier Körper verhalten sich bei gleichem Rauminhalt oder Volumen wie die Dichtigkeiten; bei gleichen Dichtigkeiten wie die Räume; bei ungleichem Rauminhalt und ungleichen Dichtigkeiten stehen die Massen im zusammengesetzten (geraden) Verhältniß der Rauminhalte und der Dichtigkeiten.)

4. Das Verhältniß der Stärke der Anziehung, mit welcher ein (ein und derselbe) Körper zwei andre, die ungleich weit von ihm entfernt sind, anzieht, hängt von der Entfernung derselben ab. Der ihm nähere wird stärker von ihm angezogen, als der weiter entfernte; je größer die Entfernung ist, desto schwächer ist die Anziehung; wächst die Entfernung, so nimmt die Anziehung ab, nimmt die Entfernung ab, so wächst die Stärke der Anzie-

hung; kurz: mit dem Wachsthum des Einen ist die Abnahme des Andern verbunden, und umgekehrt. Doch meine man nicht, daß in doppelter Entfernung die halbe Anziehung, in dreifacher Entfernung $\frac{1}{3}$ der Anziehung statt finde, so ist es nicht; sondern in:

der doppelten Entfernung ist $\frac{1}{4}$ der Anziehung;
— 3fachen — — $\frac{1}{9}$ — —
— 4 — — — $\frac{1}{16}$ — —
— 10 — — — $\frac{1}{100}$ — —
— 60 — — — $\frac{1}{60 \cdot 60} = \frac{1}{3600}$ der Anziehung;

d. h. die anziehende Kraft, die ein Körper auf einen andern in ungleichen Entfernungen ausübt, nimmt ab, wie die Quadratzahlen der Entfernungen zunehmen; oder die anziehenden Kräfte, welche ein Körper auf zwei andre in ungleichen Entfernungen von ihm ausübt, verhalten sich umgekehrt wie die Quadratzahlen der Entfernungen. Nimmt man z. B. die Entfernung der Erde von der Sonne = 20 Millionen Meilen, die des Saturns = 200 Millionen Meilen, diese also 10mal so groß als jene, so wird die Erde 10mal 10mal d. h. 100mal so stark angezogen als der Saturn, oder die Anziehungskraft, mit welcher die Sonne den Saturn anzieht, ist $\frac{1}{100}$ der Stärke, mit welcher die Erde von der Sonne angezogen wird.

Die Erde zieht Sonne und Mond an, aber mit ungleicher Stärke. Ist die Entfernung des Mondes von der Erde = 50000 Meilen, der Sonne von der Erde = 20 Millionen, diese also 400mal so groß als jene, so zieht die Erde die Sonne mit $\frac{1}{400 \cdot 400} = \frac{1}{160000}$ der Kraft an, mit der sie den Mond anzieht.

5. Die Stärken der Anziehung, mit welchen ein Körper von zwei andern in ungleichen Entfernungen von ihm angezogen wird, stehen nach dem Bisherigen nicht in einem einfachen, sondern in einem zusammengesetzten Verhältniß, nämlich in dem zusammengesetzten Verhältniß, welches entsteht durch das gerade Verhältniß der Massen beider Körper und das umgekehrte Verhältniß

der Quadratzahlen der Entfernungen von ihnen. Wie verhält sich z. B. die Stärke der Anziehung, welche die Sonne auf den Mond ausübt, zu der Stärke der Anziehung, welche die Erde auf ihn ausübt?

Gesetzt, die Masse der Sonne wäre 300000mal so groß als die Masse der Erde, so wäre die Anziehung der Sonne auf den Mond auch 300000mal (genauer 354000mal) so groß als die Anziehung der Erde auf den Mond, wenn er sich in gleichen Entfernungen von Sonne und Erde befände. Da aber die Entfernung des Mondes von der Erde nur $\frac{1}{400}$ seiner Entfernung von der Sonne beträgt, so zieht ihn die Erde $400 \cdot 400$ d. h. 160000 mal so stark an. Folglich verhält sich die Stärke, mit der der Mond von der Sonne angezogen wird, zu der Stärke, mit welcher er von der Erde angezogen wird, wie $300000 \cdot \frac{1}{160000} : 1 = 30 \cdot \frac{1}{16} : 1 = \frac{30}{16} : 1$, ungefähr $= 2 : 1$.

6. Ein Körper, der von einem andern angezogen wird, folgt, wenn keine andre Kraft zugleich auf ihn wirkt, dieser Anziehung, d. h. er nähert sich ihm in der geraden Linie zwischen beiden. Je stärker er angezogen wird, desto schneller geht er auf ihn los; doppelte Stärke: doppelte Geschwindigkeit. Folglich ist die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper von Anfang an, in der ersten Secunde, sich einem andern, der ihn anzieht, nähert, ein Maaß für die Stärke der Anziehung. Nähert er sich dem einen in der ersten Secunde um 10 Fuß, während er sich einem andern in der ersten Secunde nur 1 Fuß nähern würde, so wird er von jenem 10mal so stark angezogen als von diesem.

Die Physik zeigt, daß die Räume, in welchen ein Körper sich einem andern, der ihn anzieht, in gleichen, auf einander folgenden Zeittheilen, z. B. in einzelnen Secunden, nähert, wachsen wie die Reihe der ungeraden Zahlen wächst: 1, 3, 5, 7 u. s. w., und daß die Räume, die er in ungleichen Zeiten, von Anfang an gerechnet, durchschreitet, sich wie die Quadratzahlen der Zeiten verhalten.

Raum in 1 Secunde : Raum in 2 Secunden = 1 : 4

Raum in 1 Secunde : Raum in 3 Secunden = 1 : 9
— — 2 — : — — 3 — = 4 : 9
— — 5 — : — — 7 — = 25 : 49.

Aufgabe. Zu bestimmen die Stärke der Anziehung, welche die Sonne auf die verschiedenen Planeten ausübt!

Antwort: Diese Stärke hängt von der Masse der Sonne und von der Entfernung der Planeten von ihr ab. Da die Masse der Sonne dieselbe ist, so kommt nur die Entfernung in Betracht. Wir setzen die Stärke, mit der die Sonne die Erde anzieht, = 1.

Entfernung des Mercur von der Sonne : Entfernung der Erde von der Sonne = 8 Millionen Meilen : 20 Millionen Meilen; folglich Stärke der Anziehung, die der Mercur erfährt, zu der Stärke der Anziehung, welche die Erde erleidet, wie $20 \cdot 20 : 8 \cdot 8 = 400 : 64 = 50 : 8 = 6\frac{1}{4} : 1$, d. h. der Mercur wird von der Sonne $6\frac{1}{4}$mal so stark angezogen als die Erde, und wenn beide anfingen, sich der Sonne in geraden Linien zu nähern, so würde der Mercur in der ersten Secunde $6\frac{1}{4}$mal den Weg zurücklegen, den die Erde in der ersten Secunde zurücklegt.

Entfernung des Saturn von der Sonne : Entfernung des Uranus von der Sonne ungefähr = 1 : 2; folglich Stärke der Anziehung, die beide erleiden, = 4 : 1; u. s. w.

Anmerkung. Will der Leser wissen, wie man die oben vorgetragenen Gesetze über die Anziehungskraft gefunden hat, so muß er sich zum Studium der physischen Astronomie wenden. Die Auseinandersetzung ist für unsern Zweck zu weitläuftig und schwierig. Nun begreift sich unschwer die Möglichkeit der Berechnung, wenn man bedenkt, daß man die Entfernung der Planeten von der Sonne, ihre Umlaufszeiten und folglich ihre Geschwindigkeiten in ihren Bahnen kennt. Durch das Nachfolgende wird die Sache der Vorstellung noch etwas näher gebracht. Sie ist so zuverlässig, daß die auf obige Sätze sich stützenden Berechnungen der Astronomen die Stellungen der Planeten auf Jahrzehnte bis auf die Secunde genau vorausbestimmen.

7. Außer der Anziehungskraft, welche die Materie auf einander ausübt, hat der Schöpfer noch eine andre Kraft in die Materie gelegt, das Gesetz der Beharrung. Die Materie ist an sich leblos, d. h. sie kann sich nicht nach ihrem Willen bestimmen, sie wird bestimmt; sie bleibt in dem Zustande, in dem sie sich befindet, wenn nicht Kräfte sie in einen andern versetzen. Ruht ein Körper, so bleibt er in Ruhe, bewegt er sich, so beharrt er in dieser Bewegung, bis er aus der Ruhe heraus-, oder in eine andre Bewegung hineingerissen wird. Das Erste liegt unsrer Vorstellung näher, als das Zweite; aber das Zweite

ist eben so sicher wie das Erste. Beides zusammen nennen wir das **Gesetz der Beharrung** (unpassend auch Gesetz der Trägheit genannt). Vermöge desselben, d. h. der Leblosigkeit des Körpers, geht er in der Richtung, die er einmal hat, und mit derselben Geschwindigkeit, die er hat, fort und fort, d. h. er setzt, vermöge des Beharrens, die gerade Linie fort, die er in irgend einem Moment der Bewegung hat, und mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Vermöge seiner Leblosigkeit würde ein jeder Körper, der einmal Bewegung hat, mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in gerader Linie ewig fortgehen. Thut ein bewegter Körper dieses nicht, so müssen noch andre Kräfte auf ihn einwirken. Geht er in krummer Linie, so muß eine andre Kraft **fortwährend** auf ihn wirken. Denn hörte diese einen Augenblick auf zu wirken, so würde er sogleich in der Richtung, die er in diesem Augenblicke hat, d. h. in der Richtung der Tangente der krummen Linie, die er bisher beschrieben hat, fortgehen. Geschieht dieses nicht, so lenkt ihn eine andre Kraft fortwährend von dieser Tangentialrichtung ab, und bewegt er sich in einer in sich geschlossenen krummen Linie, z. B. in einem Kreise oder in einer Ellipse, so befindet sich die ihn von der Tangente ablenkende anziehende Kraft in dem Mittelpunkte seiner Kreis-, in dem einen Brennpunkte seiner elliptischen Bahn.

Gesetzt, Fig. 34., in E befände sich ein Körper, der von einem andern S angezogen wird, in der Richtung ES, so würde er, wenn keine andre Kraft auf ihn wirkte, dieser Anziehungskraft in der Richtung ES folgen, und z. B. in gleichen, auf einander folgenden Zeiten in e, f, g, h u. s. w. ankommen. Angenommen aber, er habe in E eine Richtung in der geraden Linie Ed, oder bekomme sie durch eine Kraft, die ihn mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in den einzelnen, jenen gleichen Zeittheilen durch die Räume Ea, ab, bc, cd treiben würde: welche Bewegung würde der Körper E, von den zwei Kräften zugleich getrieben, annehmen? Er würde nicht nach S, nicht nach d zu gehen, sondern in einer mittleren Richtung (die Diagonalen der durch den Winkel bei E und die Seiten Ea und Ee, Eb und Ef u. s. w.

bestimmten Parallelogramme) Eiklm, d. h. in einer krummen Linie, wenn man sich nämlich die Linien Ei, ik u. s. w. sehr klein vorstellt, wie es bei stetig wirkenden Kräften geschehen muß. ai, bk, cl, dm können, wenn S sehr weit entfernt ist, als in S zusammentreffend angesehen werden. S ist dann der Mittelpunkt der Bewegung.

Beharrungsvermögen und Anziehungskraft treiben die Planeten in Ellipsen um die Sonne.

8. Wenn S (Fig. 35.) den Ort der Sonne bezeichnet, den einen Brennpunkt der Ellipse, die ein Planet um sie beschreibt, z. B. die Erde, ab die große Achse, so ist die Erde der Sonne in a am nächsten, in b am entferntesten. Liefe nun die Erde in der Richtung acdba um die Sonne, so hätte sie vermöge des Beharrungsvermögens in a die Richtung aa', in c die Richtung cc' u. s. w. Die Sonne zieht die Erde in a in der Richtung aS, in c in der Richtung cS, in d in der Richtung dS u. s. w. an. Durch beide Kräfte zusammen entsteht die elliptische Bahn acde u. s. w.

In a wirken Beharrungsvermögen (auch Centrifugalkraft genannt) aa' und Anziehungskraft (Centripetalkraft) aS senkrecht, in c, d, e, f unter stumpfen Winkeln auf einander. In a wirken beide Kräfte einander also weniger entgegen, als in c, d, e u. s. w.; d. h. die Wirkung beider, d. i. die Bewegung der Erde muß in a schneller sein als in c, d, e bis b, d. h. die Erde bewegt sich von a bis b in abnehmender Geschwindigkeit.

In b steht die Richtung des Beharrungsvermögens wieder senkrecht auf bS, der Richtung der Anziehung, und in g, h u. s. w. bilden beide spitze Winkel mit einander, d. h. sie wirken mehr zusammen; die Bewegung der Erde von b nach a muß folglich eine beschleunigte sein. Von a nach b bewegt sich die Erde in abnehmender, von b nach a in zunehmender Geschwindigkeit. a ist der Punkt der Sonnennähe, b der Punkt der Sonnenferne. Wenn die Erde in jenem steht, so geht sie am schnellsten, wenn sie in diesem sich befindet, am langsamsten. Die Hälfte ihrer Bahn xay wird also in kürzerer Zeit zurückgelegt, als die

andre Hälfte ybx. Dieses ist die Lösung des oben unaufgelöset gebliebenen Problems. Sie enthält Aufschluß darüber, warum unser Sommerhalbjahr (7 Tage) länger ist als unser Winterhalbjahr. Denn die Erde legt den Weg ybx während des Sommers der nördlichen Halbkugel zurück.

Wird ein Körper auf der Erdoberfläche schief in die Höhe geworfen, so steigt er in einer krummen Linie (Parabel) mit verzögerter Geschwindigkeit bis zu dem Punkte, in dem er die größte Höhe erreicht. Von da nähert er sich wieder der Erde mit beschleunigter Geschwindigkeit. Einem solchen geworfenen Körper gleicht ein Planet auf seiner Bahn; von a steigt er gegen y und b immer langsamer, von b durch x nach a fällt er.

In a wird er von der Sonne am stärksten, in b am schwächsten angezogen. In der Ellipse der Erdbahn verhält sich Sa : Sb = 29 : 30; folglich die Kraft der Anziehung in a zu der in b = 30 · 30 : 29 · 29. Mit der Annäherung der Erde von b nach x und a hin nimmt nicht nur die Anziehungskraft zu, sondern, wie wir gesehen haben, auch die Bahngeschwindigkeit. Wäre dieses nicht, so würde die Erde sich dem Punkte S immer mehr und mehr nähern und endlich mit der Sonne vereinigen. Das Umgekehrte findet statt von a nach y zu. Ebenso würde sich die Erde, wenn mit der Abnahme der Anziehungskraft gegen b zu nicht zugleich die Bahngeschwindigkeit und mit ihr die Centrifugalkraft abnähme, diese die Erde von der Sonne immer weiter und weiter entfernen.

Folgende Notizen und Zusätze dürften manchem Leser willkommen sein.

Der große Astronom Kepler, geboren 1571, gestorben 1630, hat folgende drei Gesetze entdeckt:

1) Die Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne.

2) Der Radius Vector (der Leitstrahl) beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume.

3) Die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Würfelzahlen ihrer mittleren Entfernungen.

Diese drei Gesetze heißen die Kepler'schen. Er leitete sie durch Schlüsse aus einzelnen Beobachtungen und Rechnungen ab (durch Induction); Newton, der die Theorie der allgemeinen Anziehung (allgemeine Attraction

oder Schwere) aufstellte, bewies sie wissenschaftlich. Einige Erläuterungen werden an rechter Stelle stehen.

Das erste Gesetz kennen wir schon.

Das zweite folgt aus einer kurzen Betrachtung.

S (Fig. 36.) sei der Mittelpunkt eines anziehenden Körpers, a der Ort eines angezogenen. Derselbe habe das Bestreben, sich vermöge des Beharrungsvermögens oder der Fliehkraft von a nach b zu bewegen, in der Zeit, in welcher er von der Anziehungskraft des Punktes S von a nach c sich bewegen würde. Beide Kräfte vereinigt treiben ihn in derselben Zeit durch die Diagonale ad des Parallelogramms abdc. In der darauf folgenden gleichen Zeit würde er vermöge des Beharrungsvermögens in der geraden Linie ad fortgehen und $de = ad$ zurücklegen. Gesetzt, df wäre der Raum, durch den ihn die Anziehungskraft in derselben Zeit führen würde, so bewegt er sich durch die Diagonale dg des Parallelogramms degf. In dem dritten, dem ersten gleichen Zeittheile ginge er in dg fort, durch $gh = dg$. Die Anziehungskraft bewege ihn durch gi: er durchläuft also gk, die Diagonale des Parallelogramms ghki, u. s. w. adgk ist der Weg des Planeten, eine krumme Linie, wenn ab, ac, de, df u. s. w., wie es sein muß, da die Kräfte stetig wirken, unendlich klein angenommen werden.

Eine gerade Linie von S nach a, d, g, k u. s. w., kurz nach einem Punkte der Bahn des Planeten, nennt man radius vector, Leitstrahl. Derselbe hat, wenn man sich ihn an dem Planeten befestigt denkt, in dem ersten Zeittheil das $\Delta\, Sad$, in dem zweiten das $\Delta\, Sdg$, in dem dritten das $\Delta\, Sgk$ beschrieben. Wie verhalten sich diese zu einander?

Man ziehe die geraden Linien Se, Sh.

$ad = de$

$\Delta\, Sad = \Delta\, Sde$, als $\Delta\Delta$ von gleichen Grundlinien und Höhen.

$\Delta\, Sde = \Delta\, Sdg$, aus demselben Grunde; Sd ist gemeinsame Grundlinie, und $Sd \# ge$.

$\Delta\, Sad = \Delta\, Sdg$.

Ebenso ist $\Delta\, Sdg = \Delta\, Sgh$;

$\Delta\, Sgh = \Delta\, Sgk$

$\Delta\, Sdg = \Delta\, Sgk$;

d. h. die Flächenräume, welche der Leitstrahl in gleichen Zeiten beschreibt, sind einander gleich.

Wenden wir dieses noch auf die Fig. 35. an, so müssen, wenn die Bogen ad und bg in gleichen Zeiten durchschritten werden, die Dreiecke Sad und Sbg einander gleich sein. In Dreiecken von gleichen Flächen verhalten sich die Grundlinien umgekehrt wie ihre Höhen, d. h. $ad : bg = Sb : Sa$. Da nun ad und bg die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume, d. h. die Geschwindigkeiten des Planeten in den Punkten a und b vorstellen, so verhalten sich dieselben umgekehrt wie ihre Entfernungen von der Sonne. Also je weiter von der Sonne entfernt, desto langsamer, wie wir schon aus der Betrachtung der Winkel, unter welchen Anziehungskraft und Beharrungsvermögen zusammen wirken, erkannt haben.

Das dritte der Kepler'schen Gesetze soll durch ein Beispiel erläutert werden.

Umlaufszeit des Mercur = 84 Tage, der Erde = 365 Tage; Verhältniß = 84 : 365.

Entfernung des Mercur von der Sonne = 8 Millionen Meilen, der Erde = 21 Millionen; Verhältniß = 8 : 21.

Nehmen wir nun die Quadratzahlen jenes Verhältnisses:

$84^2 : 365^2 = 7056 : 133225 = 1 : 18$ ungefähr; und die Cubikzahlen dieses Verhältnisses:

$8^3 : 21^3 = 512 : 9261 = 1 : 18$ ungefähr: so ist der Satz durch ein Beispiel erläutert.

9. Denken wir daran, daß jedes materielle Theilchen von jedem andern, folglich jeder Körper unsers Sonnensystems von jedem andern, nicht bloß von der Sonne angezogen wird, und verbinden wir damit die Vorstellung, daß die Anziehung, die ein Körper von einem andern erfährt, von seiner Masse und seiner Entfernung abhängt: so werden wir begreifen, daß die Bestimmung der Gesammtanziehung, welche irgend ein Körper des Sonnensystems, z. B. die Erde, an einem bestimmten Tage erleidet, eine sehr zusammengesetzte Aufgabe sein muß. Der Mond steht bald zwischen Sonne und Erde, bald der Sonne gegenüber; die unteren Planeten befinden sich bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der entgegengesetzten Seite der Sonne; die oberen Planeten sind bald mit der Erde auf derselben Seite der Sonne, bald auf der entgegengesetzten: folglich muß die Anziehung, welche die Erde von der Sonne erfährt, durch die Gesammtwirkung der Planeten mehr oder weniger geändert werden. Natürlich hat dieses auch auf die Bahn der Erde, die Geschwindigkeit ihres Umlaufes Einfluß. Wir bewundern hier den Scharfsinn der Astronomen, die dieses Alles zu berechnen wissen.

10. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper ausübt, hängt, außer der Entfernung, von seiner Masse ab, und die Masse von der Größe und der Dichtigkeit. Die Astronomen bestimmen die Größe der Körper unsers Sonnensystems, ihre Entfernungen und zugleich die Stärke der Anziehung. Denkt man dieses zusammen, so begreift man die Möglichkeit, daß sie auf die Dichtigkeit derselben einen sichern Schluß zu machen im Stande sind.

Gesetzt z. B., wir vermöchten die Stärke zu bestimmen, mit welcher der Jupiter die Erde anzieht, und daß, wie es der Fall ist, seine Größe und seine Entfernung uns bekannt wären. Zieht er nun die Erde weniger stark an, als es nach Verhältniß seiner Größe und Entfernung erwartet werden muß, so kann dieses nur daher rühren, daß seine Masse lockerer ist als die der Erde. Kennt man nun diese, wie man sie kennt (im Durchschnitt etwa 5mal so dicht als reines Wasser), so läßt sich ein Schluß machen auf die Dichtigkeit des Jupiter. So haben die Astronomen das Verhältniß der Dichtigkeit der Himmelskörper bestimmt, und gefunden, daß

die Sonne	338984mal	so viel	Masse	hat als	die Erde,
der Mond	$\frac{1}{70}$	—	—	—	—
der Jupiter	295	—	—	—	—
der Saturn	95	—	—	—	—
der Uranus	17	—	—	—	—

und daß die Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt,

die Sonne $\frac{1}{4}$ der Dichtigkeit der Erde,
der Mond $\frac{7}{10}$ — —
die Venus wenig dichter als die Erde,
der Mercur 3 — 4mal so dicht ist,

alle übrigen aber weniger dicht sind.

Aus der Angabe der Massen, mit den Größen der Himmelskörper verglichen, ergiebt sich dieses. Denn wäre z. B. die Sonne so dicht wie die Erde, so müßte sie, da sie 1400000mal den Raum der Erde einnimmt, auch 1400000mal so viel Masse haben; sie hat aber etwa nur den 4ten Theil dieser Masse, folglich nur $\frac{1}{4}$ der mittleren Dichtigkeit der Erde.

11. Wenden wir das oben vorgetragene Gesetz über die Abnahme der Anziehungskraft noch besonders auf den Mond an, so erhellet, daß der Mond, da er 60 Erdhalbmesser von dem Mittelpunkt der Erde entfernt ist, 60 · 60 oder 3600mal so schwach von der Erde angezogen werden muß, als ein Körper an der Oberfläche der Erde, der nur 1 Erdhalbmesser von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist. Die Fallgeschwindigkeit in der er-

sten Secunde ist ein Maaß für die Stärke der Anziehung. Da nun ein Körper an der Erdoberfläche in der 1sten Secunde etwa 15 Fuß fällt, so fällt der Mond in einer Secunde um $\frac{15}{3600} = \frac{1}{240}$ Fuß nach der Erde zu. Daß er nicht auf der Erde ankommt, rührt von der Tangentialkraft her.

Nicht schwer ist es auch zu begreifen, daß man wird bestimmen können, wie schnell ein Körper auf der Oberfläche des Mondes, der Sonne oder eines Planeten in der ersten Secunde fallen wird. Man muß nur bedenken, daß die Schnelligkeit des Falles abhängt von der Masse und der Entfernung vom Centrum des anziehenden Körpers. So haben die Astronomen gefunden, daß, während ein Körper auf der Erdoberfläche in der 1sten Secunde 15 Fuß fällt, ein solcher auf

dem Monde in 1 Secunde etwa 3 Fuß,
der Sonne in 1 — — 430 —
dem Jupiter in 1 — — 38 —

fallen würde. Danach ist auch das Gewicht oder besser der Druck, welchen die Körper dort auf eine Unterlage ausüben, zu berechnen. 3 Fuß ist $\frac{1}{5}$ von 15 Fuß; folglich wiegt ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, auf dem Monde $\frac{1}{5}$ Pfund, auf der Sonne etwa 29 Pfund, auf dem Jupiter $2\frac{8}{15}$ Pfund. Wenn sich daher auf dem Monde lebendige Wesen befinden, welche dieselben Kräfte haben wie die auf der Erde, z. B. Pferde, so wird ihnen das Bergsteigen, Lastenbewegen viel leichter werden als denen auf der Erde.

Bedenken wir endlich, daß ein Körper, in die Linie zwischen Mond und Erde gestellt, von beiden nach entgegengesetzten Richtungen angezogen wird, so begreifen wir auch, daß der Punkt sich wird bestimmen lassen, wo die Anziehung des Mondes und der Erde einander das Gleichgewicht halten. Die Astronomen wissen, daß dieser Punkt etwa 7 Erdhalbmesser vom Monde, folglich $60 - 7 = 53$ Erdhalbmesser von der Erde entfernt ist. Würde also von der Erde ein Körper so in die Höhe geworfen, daß er über jenen Punkt hinausginge, so würde er auf den Mond fallen; und wenn man auf dem Monde im Stande wäre, einen

Körper mehr als 7 Erdhalbmesser $= 7 \times 860 = 6020$ Meilen in die Höhe zu schleudern, so würde er auf der Erde ankommen. Manche Physiker haben behauptet, daß die sogenannten Meteorsteine vom Monde herrührten, von Mondvulkanen in die Höhe geschleudert würden. Diese Möglichkeit ist da, wenn auf dem Monde Kräfte sind, welche einen Körper 13mal so schnell in die Höhe schleudern, als eine Kanonenkugel auf Erden zu fliegen pflegt. Wahrscheinlich ist es aber keineswegs.

12. Hierher gehört noch das Nothwendigste über die Ebbe und Fluth, welche durch die Anziehung des Mondes und der Sonne hervorgebracht wird. Zuerst von den Thatsachen, dann von den Ursachen.

In den größeren Meeren und an den Seeküsten, wo die Erscheinung am merklichsten ist, erheben und senken sich täglich innerhalb 24 Stunden zweimal die Gewässer, und zwar in regelmäßiger Abfolge. Von dem tiefsten Stande des Wassers an erhebt es sich allmählig 6 Stunden lang, bedeckt Sandbänke und Klippen, überschwemmt die Küsten und bringt in die Mündungen der Flüsse, bis es seinen höchsten Stand erreicht hat. Diese 6 Stunden nennt man die Zeit der Fluth und den höchsten Stand das Hochmeer. Die Dauer desselben ist nicht lange, bald merkt man eine Abnahme der Höhe, an den Küsten ein allmähliges Zurücktreten des Wassers, bis es 6 Stunden nach dem höchsten Stande den tiefsten Stand erreicht. Diese Zeit wird die Zeit der Ebbe, die Abnahme selbst die Ebbe genannt. Einige Zeit nachher fängt das Steigen wieder an und wechselt regelmäßig mit der Ebbe. Gewiß eine höchst merkwürdige Erscheinung.

Darum und weil sie für die Thätigkeit in den Häfen, für das Ein- und Auslaufen der Schiffe — zu jenem benutzt man die Zeit der Fluth, zu diesem die Zeit der Ebbe — von hoher Wichtigkeit ist, hat man die Erscheinung genau beobachtet und Folgendes gefunden: Nicht genau innerhalb 24 Stunden, sondern innerhalb 24 Stunden 50 Minuten wechseln Ebbe und Fluth zweimal mit einander. War heute präcis um 12 Uhr Mittags Hochmeer, so findet es morgen 50 Minuten nach Mittag statt, über-

übermorgen wieder 50 Minuten später als am vorhergehenden Tage u. s. w., und am ersten Tage war 12 Uhr 25 Minuten nach Mitternacht die Morgenfluth, am zweiten 50 Minuten später, um 1 Uhr 15 Minuten, und so fort. Wer es weiß, daß der Mond täglich 50 Minuten später durch den Meridian eines Ortes geht, dem muß das Zusammenfallen dieser Erscheinungen als bemerkenswerth vorkommen. Kein Wunder, daß man die Zeit der Fluthen mit dem Lauf und den Stellungen des Mondes verglich. Dadurch kam man noch auf folgende Erfahrungen: Die stärksten Fluthen fallen mit den Zeiten des Neu- und Vollmonds zusammen, d. h. ereignen sich dann, wenn Mond und Sonne beisammen oder einander gegenüber stehen; am schwächsten pflegt dagegen die Fluth zu sein, wenn der Mond 90° von der Sonne entfernt ist, d. h. zur Zeit des ersten und letzten Viertels. Zwischen diesen Zeitpunkten liegen die mittleren Fluthen. Von ganz besondrer Stärke pflegen sie zu sein, wenn die Erde in der Sonnennähe, der Mond in der Erdnähe steht und diese Zeitpunkte mit Neu- und Vollmond zusammentreffen.

Der Mond scheint jedoch von stärkerem Einfluß zu sein als die Sonne. Endlich bemerkten die Schiffer und Seeküstenfahrer, daß die Fluthen in der Nähe des Aequators der Erde, zwischen den Wendecirkeln am stärksten sind, in größeren Breiten nach Norden oder Süden schwächer werden, daß in hohen Breiten, in Binnenmeeren, z. B. in der Ostsee, im kaspischen Meere, Ebbe und Fluth nicht mehr merklich sind, endlich, daß Ortsverhältnisse sowohl auf die Höhe der Fluth als auf die Zeit derselben oft von bedeutendem Einfluß sind, so daß ein Ort von größerer Breite höhere Fluthen haben kann als ein andrer von geringerer Breite. Auch bleiben Winde und Stürme auf Ebbe und Fluth nicht ohne Einfluß.

Durch alle diese Thatsachen wurde man darauf geleitet, die Ebbe und Fluth mit den Stellungen der Sonne und besonders des Mondes in Verbindung zu bringen. Zuerst bemerkte man, daß im Allgemeinen das ungefähr innerhalb 24 Stunden zweimal eintretende Hochmeer mit dem höchsten und tiefsten Stande des

Mondes, d. h. mit seiner oberen und unteren Culmination oder seinem Durchgang durch den Meridian eines Ortes zusammenfiel, jedoch gewöhnlich erst einige Zeit nachher, 1, 2, 3 oder mehrere Stunden nachher eintrat, und daß Orte, die unter demselben Meridian liegen, ungefähr zu gleicher Zeit Ebbe und Fluth haben. Man versuchte daher die ganze Erscheinung aus der Einwirkung des Mondes auf die Erde, aus der Anziehung, die er auf dieselbe, besonders auf das leicht bewegliche Element des Wassers ausübt, zu erklären, und die Physiker denken sich die Sache wie folgt.

In Fig. 37. stelle adbc die Erde, M den Mond vor. Der Ort a hat ihn in seinem Zenith, der Ort b in seinem Nadir, jenem steht er am nächsten, diesem am entferntesten, der Mittelpunkt der Erde E und c und d haben ihn in mittlerer Entfernung. Die Stärke der Anziehung, die ein Körper auf andre ausübt, richtet sich nach der Entfernung von ihm. Der Punkt a wird also bei der angegebenen Stellung am stärksten, b am schwächsten, E, c, d mit mittlerer Stärke angezogen; a stärker als E, E stärker als b. Sind Wassermassen in a und b, so wird sich das Wasser in a erheben, in b wird es hinter E zurückbleiben d. h. sich auch erheben, folglich ist in a und b Fluth. Darum strömen die Wassermassen von c und d gegen a und b zu; in c und d wird folglich zu gleicher Zeit Ebbe sein. Nach 6 Stunden gilt das für c und d, was eben von a und b gesagt wurde u. s. w. Daß die Fluth nicht genau mit den Zeiten der Culmination des Mondes zusammentrifft, wird davon herrühren, daß es einiger Zeit bedarf, ehe das Wasser dem Einfluß des Mondes nachkommt, gerade wie auch die größte Hitze des Sommers und die größte Kälte des Winters erst einige Zeit nach dem höchsten und tiefsten Stande der Sonne einzutreten pflegt, und die größte Hitze eines Tages nicht um 12 Uhr Mittags, sondern eine oder zwei Stunden später empfunden wird. Da des Mondes Anziehung vorzüglich auf die Orte wirkt, denen er wirklich in's Zenith kommt oder doch demselben nahe, so erklärt sich dadurch, daß die Fluthen zwischen den Wendecirkeln die höchsten sind und allmählig gegen den Nord- und Südpol hin abnehmen.

Die Sonne ist in dieser Beziehung von schwächerem Einfluß als der Mond. Die Erhebungen des Wassers, die sie bewirkt, werden nach 12 Uhr Mittags und Mitternachts in den tropischen Gegenden merkbar sein, und wenn der Einfluß des Mondes sich mit dem der Sonne vereinigt, d. h. zu den Zeiten des Neu- und Vollmonds, werden die Fluthen die größte Höhe erreichen, zu den Zeiten der Mondsviertel wirken Mond und Sonne einander entgegen.

Daß der Mond auf das Wasser an der Oberfläche der Erde stärker wirken soll als die Sonne, muß ohne weiteres Nachdenken den Wunder nehmen, welcher weiß, daß die Sonne doch im Allgemeinen die Erde viel stärker anzieht, als der Mond. Der scheinbare Widerspruch schwindet, wenn man bedenkt, daß Ebbe und Fluth nicht herrühren von der absoluten Anziehung der Sonne und der des Mondes, sondern von der Ungleichheit der Anziehung, die sie auf verschiedene Theile der Erdoberfläche ausüben. Die Sonne ist von der Erde 21 Millionen Meilen weit entfernt; gegen diese Entfernung verschwindet fast die Länge des Erddurchmessers von 1720 Meilen; folglich zieht die Sonne das ihr zugekehrte Wasser wenig stärker an als das von ihr abgewandte. Der Mond aber ist nur 50000 Meilen entfernt, womit der Durchmesser der Erde verglichen, schon eine nicht unbeträchtliche Größe ist. Darum zieht der Mond den Theil des Meeres, der ihm gerade zugekehrt ist (a in Fig. 37.), bedeutend stärker an als den entgegengesetzten Theil (b in Fig. 37.). Und eben darum bewirkt nicht die Sonne, sondern vorzugsweise der Mond, Ebbe und Fluth.

Da die Luft viel leichter und flüssiger ist als das Wasser, so steht zu vermuthen, daß Mond und Sonne in ähnlicher, nur noch stärkerer Weise auf das Luftmeer wirken. Auf dem Grunde desselben, den wir bewohnen, ist diese Wirkung unmittelbar so wenig zu bemerken, als auf tiefen Meeresgründen das, was sich an der Meeresoberfläche zuträgt.

13. Das oben im Kapitel über die Achsendrehung der Erde (Nr. 4) Gesagte läßt sich hier noch etwas genauer darstellen.

Aus den Gradmessungen in Peru, am Kap der guten Hoffnung, in Frankreich und Lappland haben die Physiker das Verhältniß des Durchmessers des Aequators zur Erdachse berechnet, es sei 287 : 286 (nach Andern 306 : 305). Stimmen die Berechnungen der Gestalt der Erde aus den verschiedenen Längen des Secundenpendels damit überein? Das Secundenpendel ist in Lappland (Kola) 441, in Paris 440, in Peru 439 französische Linien lang. Da die Anziehungskraft der Erde die Ursache der Pendelschwingungen ist, und im geraden Verhältniß der Pendellängen steht, so verhält sich dieselbe in Kola : der in Paris : der in Peru = 441 : 440 : 439. Die daraus folgende Verringerung der Schwere von den Polen nach dem Aequator zu ist größer, als sie, durch die Schwungkraft hervorgerufen, sein müßte, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Folglich muß die Erde an dem Aequator erhaben, an den Polen abgeplattet sein.

Die auf diese Beobachtungen angestellten Berechnungen über den Fall der Körper in verschiedenen Breiten stimmen natürlich damit überein.

a) Unter dem Aequator fällt ein Körper in 1 Secunde durch 2167 französische Linien;

b) in Paris fällt ein Körper in 1 Secunde durch 2174 französische Linien.

a) Die Centrifugal- oder Schwungkraft beträgt unter dem Aequator in 1 Secunde 7 französische Linien;

b) in Paris in 1 Secunde 3 französische Linien, wenn man sie unter der Voraussetzung, daß die Erde eine vollkommne Kugel sei, berechnet.

Da am Pole keine Schwungkraft statt findet, so fällt ein Körper am Pole in 1 Secunde nach den Angaben:

unter a durch 2167 + 7 = 2174 französische Linien;
unter b — 2174 + 3 = 2177 — —

Diese Resultate stimmen also nicht mit einander überein; vielmehr ist die Schwere in Paris größer, als sie sein müßte, wenn die Erde eine vollkommne Kugel des Aequatordurchmessers wäre. Die Schwere ist dazu zu groß, die Schwungkraft zu klein. Folg-

lich muß Paris dem Mittelpunkte der Erde näher liegen, d. h. die Erde abgeplattet sein.

Ohne Achsendrehung würde ein Körper am Aequator in 1 Secunde durch 2174 französische Linien fallen; die Schwungkraft bewegt ihn in 1 Secunde durch 7 Linien. Das Verhältniß der Anziehungskraft zur Schwungkraft ist folglich am Aequator =2174:7 =310:1. Dieses Verhältniß stimmt mit dem oben angegebenen 287:1 (nach Andern =289:1 oder =293:1) zum Theil darum nicht genau überein, weil wir uns der runden Zahlen bedient haben.

Ist die Erde ursprünglich wirklich ein flüssiger Körper gewesen, dessen Massen sich in's Gleichgewicht setzten, so muß ein Halbmesser des Aequators 287, die halbe Achse 286 Massentheile erhalten haben.

Es läßt sich berechnen, wie schnell die Erde sich drehen müßte, wenn die Schwungkraft der Schwerkraft auf dem Aequator gleich werden sollte, so daß die Körper gar nicht mehr gravitirten. Man findet als Resultat, daß dieses der Fall wäre, wenn sie sich 17 mal so schnell drehete als jetzt, also der Sterntag $\frac{24}{17}$ Stunden Sternzeit betrüge.

Wer eine gründlichere Einsicht in diesen interessanten Gegenstand gewinnen will, findet sie unter andern in:

1) Bode's Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, Berlin 1803, 2te Aufl., §. 139 ff.; 2) Kämptz's Lehrbuch der Experimentalphysik, Halle 1839, Nr. 175.

Anmerkung. Da die Anziehung eine Grundeigenschaft aller Materie ist, so sind die Bewegungen der Körper des Sonnensystems ein Resultat der Gesammtwirkung Aller. Die Sonne überwiegt an Einfluß alle übrigen weit, aber der Einfluß dieser ist nicht Null. Es begreift sich daher, daß die Berechnung der wahren Bahn eines Weltkörpers keine Kleinigkeit ist, und sich nicht vollziehen läßt wie ein Regel de Tri-Exempel, und daß die Bahn keines Körpers eine ganz regelmäßige ist. Als eine solche wird sie aber zunächst angesehen, und die Abweichungen davon werden von den Astronomen zu den Störungen gerechnet. In diesem Sinne muß man das Wort nehmen. Die Einfachheit der Rechnungen wird gestört; aber sonst nichts. In der Natur ist Alles Ordnung, Gesetz und Regel, kein Körper stört den andern.

Die Abweichungen von einer regelmäßigen Bahn gehören eben so gut zur Ordnung wie alles Uebrige.

Aufgabe 1. Zu berechnen die Geschwindigkeit der Planeten auf ihren Bahnen um die Sonne in 1 Secunde, mit Zugrundlegung der oben im Kapitel über das Sonnensystem Nr. 3. angegebenen Entfernungen von der Sonne und ihrer Umlaufszeiten.

Aufgabe 2. Zu berechnen die Zahl der Grade, welche die Planeten auf ihren Bahnen durchschreiten, während der Mercur (in 88 Tagen) einen ganzen Umlauf um die Sonne macht. (In runden Zahlen! — Die der vorigen Aufgabe zu Grunde liegenden Umlaufszeiten sollen beibehalten werden.)

Dieses ist durch eine Zeichnung zu veranschaulichen. Siehe Fig. 38.

VI. Physische Beschaffenheit des Mondes, der Sonne, der Planeten und Kometen.

Es ist ganz natürlich, daß der bis zum Ende des vorigen Kapitels, mit welchem das Wesentlichste unsrer Aufgabe gelöset ist, vorgedrungene Leser gern etwas über die Naturbeschaffenheit der wichtigsten Himmelskörper vernehmen möchte. Wir erzählen darum Einiges von dem, was die Astronomen davon an's Licht gebracht haben oder darüber meinen.

1. Von der Sonne ☉.

1. Mit Recht beginnen wir mit dem Körper, der als der Herrscher im Sonnensystem angesehen werden muß, mit der Sonne. Eines Gefühls der Erhabenheit und Ehrfurcht können wir uns nicht entschlagen, wenn wir an sie denken; daran denken, was wir ihr verdanken, was wir wären ohne sie. Kein Wunder, daß daher die alten Völker bei der frommen Betrachtung der Natur vorzugsweise dem Dienste der Sonne sich widmeten und unter mancherlei Symbolen ihr ihre Verehrung und Dankbarkeit auszudrücken suchten. An ihren Gang, ihre Thätigkeit, ihren Ein-

fluß sind alle Segnungen, die die Erde spendet, gebunden. Steigt sie, so erwachen die Kräfte der Erde, und wenn sie sinkt, so nehmen diese ab. Mit dem kürzesten Tage wird für uns ein neues physisches Jahr geboren, und in der Zunahme der Länge der Tage erblicken wir die Gewißheit, daß der beglückende Frühling sich nähert.

Mit Recht nimmt sie daher in der Mitte des Systems von Körpern, die zu ihr gehören, die erste Stelle ein. Die Planeten und Kometen umkreisen sie. Wer so segnet, wie sie, hat gerechte Ansprüche auf Verehrung und Dienstbarkeit. Aber welche Eigenschaft verleiht ihr die Macht, die sie über die andern ausübt? Nur sich selbst, ihrer Masse, die 355000mal so groß ist als die Masse der Erde, und mehr als 700mal so groß als die Masse aller Körper, die zu ihr gehören, zusammengenommen. Diese ungeheure Masse verleiht ihr die Macht, die sie ausübt; mit ihr fesselt sie alle andere Körper an die Orte, die sie einnehmen, und sollte sie sich von der Stelle bewegen, die andern müßten ihr folgen. Die Sonne sichert Bestand, Ordnung und Regel in dem System, das sie beherrscht.

2. Die Größe und Dichtigkeit der Masse der Sonne kennen wir schon; wir erinnern nur daran und fügen Einiges bei. Alles in runden Zahlen.

Man unterscheidet scheinbare und wirkliche Größe. Der Winkel, unter dem sie erscheint, schwankt, da wir nicht immer gleich weit von ihr entfernt sind, zwischen 31 und 32 Minuten, ist also im Durchschnitt ½ Grad groß. Die wirkliche Größe ihres Durchmessers beträgt 188000 Meilen, ihre Oberfläche 111 Millionen Quadratmeilen, und ihr Raum 3500 Billionen Kubikmeilen. Von diesen Größen haben wir keine Vorstellung, wir vergleichen sie daher mit andern. Der kleinste Planet ist Vesta. Ihr Durchmesser soll noch nicht einmal 60 Meilen betragen. Der Sonnendurchmesser ist 3100mal so groß. 30000 Millionen Kugeln wie Vesta würden einen Körper bilden, an Größe der Sonne gleich. Der Sonnendurchmesser ist 113mal so groß als der Erddurchmesser, und 1,400,000 Erdkugeln würden die Son-

nenkugel füllen. Alle Planeten zusammen würden noch nicht den 560sten Theil der Sonnenkugel einnehmen. Zu einer Reise um ihren Aequator gebrauchte man auf einem Erddampfschiff oder auf einem Dampfwagen die oben bemerkten Zeiten. Ein Reisender, der täglich 10 Meilen machte, würde in 59,160 Tagen diesen Weg zurücklegen, etwa in 160 Jahren. Zu einer solchen Reise um den Erdäquator bedürfte es nur 540 Tage. An der Sonne ist Alles riesenmäßig, kolossal, ungeheuer. Ihre Masse entspricht nicht ihrer Größe, wie wir schon wissen, sie hat nur $\frac{1}{4}$ der Dichtigkeit der Erde; sie ist also nach Verhältniß ein lockerer Körper, hat im Durchschnitt die Dichtigkeit des Bernsteins. 355000 Erdkugeln in der einen Schaale einer Waage würden der Sonne in der andern das Gleichgewicht halten.

An der Oberfläche der Sonne fällt ein Körper in der ersten Secunde 430 Fuß, also in der zweiten 3mal, in der dritten 5mal 430 Fuß u. s. w. Die Geschwindigkeit ist also von Anfang an $\frac{430}{15} = 29$mal so groß als auf der Erde. Ein Körper, der hier 1 Centner wiegt, würde auf der Sonne 29 Centner wiegen, wenn man ihn auf der andern Waagschaale mit Erdmassen wägen könnte, und ein Mensch, dessen Körper 150 Pfund wiegt, würde an der Oberfläche der Sonne eine Last von 4350 Pfund zu tragen haben.

3. Das Licht bewegt sich von der Sonne zur Erde in 8 Minuten. Woher weiß man dieses?

Ein Däne, Olof Römer, hat es entdeckt — durch die Trabanten des Jupiter. Wir sind demselben bald näher, bald weiter von ihm entfernt. Der Unterschied beträgt die Länge des Durchmessers der Erdbahn, 42 Millionen Meilen. Der Jupiter verfinstert zuweilen seine Trabanten, die Trabanten ihn. Die Berechnung, wann diese Finsternisse auf der Erde (mit guten Fernröhren) gesehen werden müßten, wurde für die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne angestellt. Da fand sich denn, daß die Beobachtungen mit den Berechnungen übereinstimmten, wenn die Erde wirklich die mittlere Entfernung vom Jupiter hatte,

zugleich aber, daß die Beobachtung dann, wenn die Erde sich in der Jupitersnähe befand, früher, dann, wenn die Erde sich in der Jupitersferne befand, später eintrat, als die Berechnung es festsetzte. Die Ursache dieser Erscheinungen entdeckte Römer darin, daß das Licht Zeit gebraucht, um von dem Jupiter zur Erde zu gelangen. Wir sehen die Erscheinungen also später als sie dort eintreten, wie wir auf Erden in beträchtlichen Entfernungen Schälle, die entstehen, nicht in dem Augenblick des Entstehens, sondern später hören. Genaue Beobachtungen ergaben, daß das Licht den Durchmesser der Erdbahn in 16 Minuten durchschreitet, also von der Sonne in 8 Minuten zur Erde gelangt. (Die Veranschaulichung dieses Satzes durch eine Zeichnung des Jupiter mit seinen Trabanten und der Erdbahn ist so leicht, daß sie übergangen werden kann.)

Im Durchschnitt legt das Licht in einer Secunde 42000 Meilen zurück. Dieses ist die größte, uns bekannte Geschwindigkeit. Sie scheint durch die Expansivkraft des Lichtes oder durch die Abstoßungskraft des leuchtenden Körpers hervorgebracht zu werden. Ungeachtet dieser ungeheuren Geschwindigkeit trifft das Licht unser Auge ohne Stoß; folglich muß es — wenn es anders eine Materie ist — eine sehr feine Materie sein. Man rechnet es zu den unwägbaren Substanzen. Ob es in Strahlen von der Sonne ausströmt, oder ob es in Schwingungen besteht, welche durch leuchtende Körper hervorgerufen werden, etwa wie Luftschwingungen durch einen tönenden Körper, wissen wir nicht mit Sicherheit.

Das Sonnenlicht erscheint, ungebrochen oder unzertheilt, weiß; durch die Regentropfen und ein Glasprisma wird es in die bekannten 7 Farben des Regenbogens: roth, hell- oder orangegelb, dunkelgelb, grün, hellblau, dunkelblau und violet, zerlegt. Das weiße Sonnenlicht ist folglich aus diesen verschiedenfarbigen Strahlen zusammengesetzt. Dieser Eigenschaft verdanken wir die Farben, in welchen die Körper strahlen: die Farben der Pflanzen und Thierkörper, die grüne Farbe der Blätter, die Farben der Blumen und Blüthen, der Schmetterlingsflügel u. s. w., die Farbe

jugendlicher Wangen und aller Thierhäute, die Morgen- und Abendröthe, die Farben der Sterne und Diamanten. Ohne diese Eigenschaft des Sonnenlichts würde Alles ein graues, aschfarbiges Ansehn haben.

Das Sonnenlicht weckt die Wärme in den Körpern der Erde. Ob es selbst warm ist, wissen wir nicht genau. Wahrscheinlich ruft es nur die Wärme hervor, und zwar am stärksten, wenn es die Oberfläche eines Körpers senkrecht trifft; je schiefer, desto schwächer ist die erwärmende Kraft. Im Großen sehen wir dieses im Sommer und im Winter. Ohne die Eigenschaft der Wärmeentwicklung würde das Licht keinen Frühling, kein Leben auf der Erde hervorrufen. Denn wo es an Wärme fehlt, fällt Alles in todte Erstarrung. Ja ohne Wärme würde selbst die Luft zu einer festen Rinde zusammenschrumpfen. Licht und Wärme vereinigt sind die eigentlichen Factoren alles Lebens und aller Thätigkeit. Licht ohne Wärme — kalte Erstarrung, Wärme ohne Licht — dumpfe Schwüle. Im rechten Verhältniß verbunden erzeugen sie auf der Erde paradiesische Gegenden, und machen den Menschen, dem Kopf und Herzen nach, zu einem Ebenbilde des Schöpfers.

4. Geht der Lichtstrahl aus einem dünneren Körper oder Mittel in ein dichteres über, z. B. aus Luft in Wasser, aus Luft in Glas, und trifft er die Oberflächen derselben schief, so geht er nicht in der Richtung, die er hatte, fort, sondern er wird von seinem Wege abgelenkt oder, wie man zu sagen pflegt, gebrochen, und zwar nähert er sich dem Einfallsloth, d. h. der auf der Oberfläche des dichteren Mittels in dem Punkte, in welchem der Lichtstrahl eintritt, senkrecht errichteten geraden Linie.

abcd (Fig. 39.) sei ein Stück Glas, Se ein Lichtstrahl, der die Seite ab schief trifft. Alsdann geht er in dem Glase nicht in der Richtung Se, nach f weiter, sondern in einer der senkrechten Linie gh näher liegenden Richtung ek. Wäre nur ein Auge in k, so würde dasselbe den leuchtenden Punkt S in der Richtung kel sehen, d. h. an einer andern Stelle als da, wo er wirklich steht, und zwar höher.

Dasselbe findet nun auch bei den Himmelskörpern statt, deren Licht die Atmosphäre der Erde schief trifft. Denn die Luft ist dichter als der in dem Universum wahrscheinlich verbreitete Aether, wenigstens sind die der Erdoberfläche nächsten Luftschichten dichter als die entfernteren.

In Fig. 40. bezeichne E den Mittelpunkt der Erde, der ihm nächste Bogen einen Theil der Erdoberfläche, die beiden andern begränzen Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit, der obere die dünnere. Von einem Sterne S treffe ein Lichtstrahl in a ein, er nähert sich dem Einfallslothe Ea, geht in ab fort, trifft in b eine dichtere Luftschicht, geht nach bc fort. Trifft er hier ein Auge, so sieht dasselbe den Stern S in der Richtung cb, in S', d. h. höher, als er steht. Wir sehen nämlich die Gegenstände in der Richtung, in welcher der von ihnen kommende Lichtstrahl in's Auge tritt. Die Brechung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre, welche nicht aus dem Zenith kommen, bewirkt eine scheinbare Erhöhung der leuchtenden Himmelskörper. Wir sehen sie höher, als sie stehen. Nur der senkrecht die Atmosphäre treffende Strahl geht ungebrochen durch. Darum sehen wir nur einen im Zenith stehenden Stern an seinem wahren Orte. Je schiefer der Lichtstrahl die Atmosphäre trifft, also je näher ein Stern am Horizonte steht, desto mehr wird der Lichtstrahl gebrochen, desto größer ist der Unterschied der scheinbaren und wirklichen Höhe. Je dichter die Luft ist — an schwülen Tagen ist sie besonders dicht — desto mehr bricht sie den Strahl. Am Horizont erscheint im Durchschnitt ein Stern um einen halben Grad oder 30 Minuten höher, als er steht. Da nun Sonne und Mond einen scheinbaren Durchmesser von etwa $\frac{1}{2}$ Grad haben, so scheinen Sonne und Mond schon aufgegangen zu sein, wenn sie wirklich noch unter dem Horizonte stehen. Dadurch verlängert sich der Tag, und durch die Brechung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre entsteht die Morgen- und Abenddämmerung. Diese dauert so lange, bis die Sonne 18° unter dem Horizonte steht. Dieser Umstand vermindert an den Polen bedeutend die Dauer der Dunkelheit in der halbjährigen Nacht.

Bei der Strahlenbrechung (der Refraction) wirkt die Luft wie ein Linsenglas, bei der Dämmerung wie ein Spiegel.

5. Kehren wir zur Sonne zurück!

Das Licht der Sonne ist zu blendend, als daß wir mit unbewaffnetem Auge in sie hineinsehen könnten. Man bedient sich dazu der farbigen oder geschwärzten Gläser. In ihnen erscheint die Oberfläche der Sonne als ein flammendes Lichtmeer, in immerwährender Bewegung. In demselben gewahrt man häufig hellere und dunklere Stellen von verschiedener Ausdehnung, Sonnenfackeln und Sonnenflecke genannt. Sie entstehen, verändern sich, nehmen an Stärke und Schwäche und an Umfang zu und ab. Sie erscheinen am meisten zwischen dem Sonnenäquator und 30° Breite, nördlich und südlich, jenseits 40° nie. Die Flecke erscheinen tief schwarz, sind aber nicht tief schwarz, wie man durch Vergleichung wahrnimmt, wenn der Mercur durch die Sonnenscheibe rückt, er ist wirklich tief schwarz. Damit verglichen sind die Flecke tief braun zu nennen. Es scheint, daß es Vertiefungen sind, in die Sonnenatmosphäre hinein. Wenn das Leuchten der Sonne wirklich durch Zusammenpressung der Gase entstehen sollte, so rühren die Flecke vielleicht von Luftverdünnungen her, die ein vermindertes Leuchten erzeugen.

Aber auch die andern Theile der Sonnenoberfläche erscheinen nicht in gleicher Weise, sondern mit Schuppen und Punkten besäet, die ihren Ort verändern. Die Oberfläche der Sonne sieht darum so aus, als wäre eine flockige Substanz in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöset. Wie unsre Erde von Luft umgeben ist, so scheint die Sonne eine Lichtatmosphäre zu haben, in welcher Substanzen, wie die Wolken in unsrer Luft, herumschwimmen. Ein wirkliches Feuermeer scheint sie nicht zu sein. Wir wissen es nicht, wissen nicht, wie die Lichtmassen sich entwickeln, wissen nicht, wodurch sie ersetzt werden, wissen nicht, ob die Sonnenmasse sich vermindert, wissen nicht einmal, ob die Sonnenstrahlen — Sonnenstrahlen sind, oder vielmehr Lichtwellen. Nur dieses wissen wir, daß das Sonnenlicht 300000mal stärker ist als das Licht des Vollmonds, 800 Millionen mal stärker als das

Licht des Sirius. 300000 Vollmonde müßten zugleich am Himmel stehen, wenn es durch das Mondlicht auf der Erde so hell werden sollte, wie am Tage durch die Sonne. Da das Sonnenlicht den ganzen Raum des Sonnensystems erfüllt, so ist es eine kleinliche Vorstellung, daß es allein den Zweck habe, die kleinen Planeten zu erleuchten.

Die Beobachtung der Sonnenflecke hat unsre Kenntnisse von der Sonne vermehrt. Man sieht diejenigen, welche längere Zeit dauern, meist an dem linken oder östlichen Sonnenrande erscheinen und sich langsam gegen den westlichen Rand hinbewegen, wo sie dreizehn Tage nach ihrer ersten Erscheinung zu verschwinden pflegen. Dann bleiben sie eben so lange unsichtbar und erscheinen wieder am östlichen Rande. An den Rändern erscheinen sie gewöhnlich in länglicher, schmaler Gestalt, in der Mitte breiter. Je näher dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe, desto breiter, je weiter davon ab, nach rechts und links, nach oben und unten, desto schmaler. Was folgt daraus, in Betreff der Natur der Sonnenflecke und für die Sonne selbst?

Da sie alle 13 Tage sichtbar bleiben, sich in regelmäßiger Geschwindigkeit fortbewegen, so können es nicht Dinge sein, wie die Wolken unsrer Erde. Da sie an den Rändern anders aussehen, als in der Mitte, so sind es nicht Körper, welche die Sonne in ihrer Nähe umkreisen. Sie müssen der Oberfläche selbst angehören, und diese Oberfläche muß sich bewegen, eine Bewegung, die auf der uns zugewandten Seite von Ost gegen West, auf der uns abgewandten von West gegen Ost vor sich geht. Die Sonne *selbst dreht sich in 25 Tagen 3 Stunden um ihre Achse* von Westen gegen Osten, in derselben Richtung, in welcher sich die Erde um die Sonne dreht.

Ob die Sonnenflecke Einfluß auf die Witterung der Erde haben, wissen wir nicht, obgleich wir wissen, daß ihr Durchmesser oft den Durchmesser der Erde viele Male an Länge übertrifft.

6. Daß die Sonne sich um ihre Achse dreht, die auf der Ebene der Ekliptik nicht senkrecht steht, so daß Sonnenäquator und Ekliptik nicht zusammenfallen, ist gewiß. Ob die Sonne

nun mit der Erde auch die Eigenschaft gemein hat, daß sie sich in dem Weltraume fortbewegt, also nicht still steht? —

Nirgends in der Welt giebt es absoluten Stillstand und Ruhe; Alles ist in Bewegung. Denn überall wirken lebendige Kräfte. Folglich wird auch die Sonne nur scheinbar ruhen, aber in wirklicher Bewegung begriffen sein — mit allen zu ihr gehörigen Körpern. Wie die Hauptplaneten ihre Trabanten mit um die Sonne führen, so wird die Sonne sich mit allen Haupt- und Nebenplaneten sammt Kometen wahrscheinlich um einen höheren Mittelpunkt, Centralkörper, bewegen und ein dienendes Glied eines größeren Systems sein. Woran würden wir die Bewegung der Sonne in dem unermeßlichen Raume merken können? Daran, woran man z. B. merkt, ob man sich einem entfernten Walde nähert oder von ihm entfernt. In jenem Falle treten die Bäume des Waldes weiter und weiter aus einander, in diesem scheinen sie sich zu nähern. Was diese Bäume für den Wanderer oder Schiffer auf Erden sind, sind für die Sonne die Fixsterne des Himmels. Diejenigen Fixsterne, welchen sie sich nähert, werden aus einander, und diejenigen, von welchen sie sich entfernt, werden zusammen zu rücken scheinen. Bestimmte, allmählig immer deutlicher hervortretende Beobachtungen lehren, wie die Astronomen versichern, daß die Sterne, welche zu dem großen Sternbild Herkules gehören, aus einander rücken. Nach dieser Richtung hin geht also wahrscheinlich der Lauf unsrer Sonne, unsres Systems. Jahrhunderte mögen vergehen, ehe man dessen ganz gewiß wird, Jahrtausende, ehe man Genaueres: Ort des Centralkörpers, Umlaufszeit u. s. w., zu bestimmen im Stande ist. Monde um Erden, Erden um Sonnen — Sonnen um andre Sonnen? Ueberall stößt unser Wissen auf Fragen, die wir nicht beantworten können. Aber sicher übertrifft die Wirklichkeit die kühnsten Gedanken des Menschen.

2. Von dem Mercur ☿.

Der Mercur ist von den Planeten der Sonne am nächsten, im Mittel 8 Millionen Meilen weit von ihr entfernt; seine Um-

laufszeit 88 Tage, sein Halbmesser 300 Meilen, also etwa $\frac{1}{3}$ des Erdhalbmessers, sein Kubikinhalt $\frac{1}{25}$ des Rauminhaltes der Erde. 25 Mercurkugeln = einer Erdkugel. Nach Verhältniß seiner Größe ist seine Anziehungskraft groß, seine Masse folglich dicht, 4mal so dicht als die der Erde. Da nun die Dichtigkeit der Erdmasse etwa 5mal so groß ist als die des Wassers, so ist die des Mercur 20mal so groß als die des Wassers, d. h. etwa die des Goldes oder Platins. Seine Bahngeschwindigkeit ist unter den Planeten, da er die stärkste Anziehungskraft erfährt, die größte, fast 7 Meilen in der Secunde.

Seine Bahn ist schon bedeutend länglich, indem sich die größte Entfernung von der Sonne zur kleinsten fast wie 10 : 7 verhält. Natürlich hat er sehr verschiedene Entfernungen von der Erde, steht er zwischen Sonne und Erde etwa 10, auf der entgegengesetzten Seite 30 Millionen Meilen.

Aus zwei Gründen kann er von der Erde aus nur schwer beobachtet werden, wegen seiner Kleinheit und weil er sich nie weit von der Sonne entfernt (höchstens 29°). Er erscheint als ein Stern vierter Größe, entweder Morgens vor Sonnenaufgang am östlichen, oder Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel. Er hat ein hellweißes Licht.

Durch Fernröhre gesehen bemerkt man Lichtphasen an ihm wie an dem Monde: ganze Erleuchtung, halbe, viertel u. s. w. Denn er kehrt der Erde bald die erleuchtete, bald die dunkle Seite zu. In letzterm Falle geht er zuweilen vor der Sonne vorbei, scheinbar durch die Sonnenscheibe als schwarzer Punkt, Erscheinungen, die man zu Längenbestimmungen benutzt. Die genauesten Beobachtungen weisen das Dasein der Wolken und folglich eine Atmosphäre auf ihm nach; auch Höhen und Tiefen. In etwa 24 Stunden dreht er sich um seine Achse. Ein Mercurtag hat also etwa die Länge eines Tags der Erde. Die Jahreszeiten sind dagegen auf Mercur und Erde sehr verschieden. Diese hängen bekanntlich von dem Winkel, welchen die Bahn mit dem Aequator macht, und von der Umlaufszeit des Planeten um die Sonne ab. Jener ist am Mercur 20°, also fast so groß als die Schiefe

der Ekliptik; aber eine seiner 4 Jahreszeiten dauert nur $\frac{88}{4} = 22$ Tage, d. h. etwa 3 Wochen. Das Sonnenlicht wirkt wahrscheinlich mit größerer Energie auf ihn ein als auf die Erde, wenn nicht etwa die große Dichtigkeit ihn dagegen schützt. Sicher aber sind die physischen Beschaffenheiten auf seiner Oberfläche von den unsrigen sehr verschieden. Die Helligkeit auf ihm ist 7mal so groß als die der Erde. Unsre Augen würden dort geblendet werden; die Sonnenscheibe würde auf dem Mercur einem Menschenauge 7mal so groß erscheinen als sie uns erscheint. Ohne Zweifel ist dort Alles anders als bei uns. Die Natur liebt die Einförmigkeit nicht.

3. Von der Venus ♀.

Sie ist auch unter den Namen Morgen- und Abendstern, Lucifer und Hesperus, bekannt. Der Mercur hat auch Ansprüche auf dieselben Namen. Als unterer Planet entfernt sie sich nicht sehr weit von der Sonne (48°), sie wird daher nur am Morgen- und Abendhimmel gesehen. Sie ist der größte und hellste Stern, ist mit bloßem Auge zuweilen selbst am Tage sichtbar, und ein dunkler Körper wirft, von ihr beschienen, einen Schatten.

Ihre mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 15 Millionen Meilen, in welcher sie in einer fast kreisrunden Bahn in 224 Tagen um die Sonne läuft. Ihre kleinste Entfernung von der Erde beträgt $20 - 15 = 5$, ihre größte $20 + 15 = 35$ Millionen Meilen. Darum ist ihre scheinbare Größe so sehr verschieden. Ihr Durchmesser beträgt 1680 Meilen, also beinahe so viel, als der der Erde. Sie nimmt $\frac{4}{5}$ des körperlichen Raums der Erde ein. Ueberhaupt ist sie ein der Erde sehr ähnlicher Körper.

Begreiflicher Weise erscheint sie in Phasen oder Lichtabwechselungen, wie Mercur und Mond, bald sichelförmig, bald halb erleuchtet, bald mehr erleuchtet, nie in voller, runder Scheibe; doch kann jenes wegen ihres starken Glanzes mit bloßen Augen nicht gesehen werden. Den stärksten Glanz hat sie, wenn 2 gera-

rade Linien, von Sonne und Erde nach ihr gezogen, einen stumpfen Winkel bilden. Im Allgemeinen hängt der Glanz eines Planeten ab von der Größe seiner Erscheinung und von der Größe des beleuchteten, der Erde zugekehrten Theils der Scheibe. Jene ist bei der Venus in ihrer unteren Conjunction, diese in der oberen ein Maximum. Beide Umstände vereinigen sich folglich bei ihr nicht mit einander.

Zwei obere oder untere Conjunctionen folgen nicht in 224 Tagen auf einander, sondern in längeren Zwischenräumen, weil die Erde nicht still steht, erst in mehr als 500 Tagen.

Sie ist mit einer Atmosphäre umgeben. Man schließt dieses mit Sicherheit aus zwei Umständen: 1) die Gränze des Lichts und Schattens ist nicht scharf, sondern verschwimmend, folglich ist Dämmerung auf ihr, folglich auch eine Atmosphäre; 2) Fixsterne verschwinden nicht plötzlich hinter ihr, sondern allmählig. Wolken scheint die Venus nicht zu haben; also hat sie wahrscheinlich auch kein Wasser, keine Meere und Flüsse.

Durch gute Fernröhre entdeckt man in den dunklen, nicht erleuchteten Theilen, nach Verhältniß oft weit von der Lichtgränze, helle Stellen oder Punkte. Diese können nicht wohl etwas Anderes sein als Spitzen hoher Berge, deren Gipfel von der untergehenden Sonne noch beschienen wird, nachdem ihr Fuß bereits längst in Dunkelheit begraben liegt. Die Entfernung dieser Lichtpunkte von der Lichtgränze giebt das Mittel an die Hand, ihre Höhe zu erschließen. Die Venus hat Berge, die 6mal so hoch sind als die höchsten Berge der Erde, z. B. der Chimborasso, der Dhawalagiri.

Sie dreht sich in beinahe 24 Stunden um die Achse. Ihre Tageszeiten sind also denen der Erde fast gleich. Nicht so die Jahreszeiten. Ihr Aequator soll mit ihrer Bahn einen Winkel von 72° machen. Dadurch muß eine viel größere Ungleichheit des Sommers und Winters entstehen, als auf der Erde. Jede Jahreszeit dauert $\frac{224}{4} = 56$ Tage. Ein Menschenauge würde auf der Venus die Erde in der größten Nähe 9mal so groß se-

hen, als wir die Venus sehen, und in vollem Licht (Vollerde) in neunmal so starkem Lichte.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe sind für die Astronomie sehr wichtige Erscheinungen. Denn sie dienen nicht bloß zu genauen geographischen Orts- (Längen-) Bestimmungen, sondern auch dazu, die Entfernung der Erde von der Sonne mit Genauigkeit zu bestimmen. Davon hängt dann wieder die Bestimmung der Entfernung der übrigen Planeten und vieles Andere ab. Wie diese Rechnungen angestellt werden, kann hier nicht angegeben werden; es setzt zu viele Vorkenntnisse voraus. Wir müssen uns hier damit begnügen, zu wissen, daß die Astronomen die Entfernungen zu bestimmen im Stande sind, und daß die Venus ihnen dazu als Mittel dient. An dem Himmel ist Manches leichter zu entdecken als auf der Erde selbst, und was dem, der von nichts weiß, unglaublich, unmöglich vorkommt, ist dennoch — wahr. Der nur 5 Fuß hohe Mensch bestimmt die Entfernungen und Größen der Himmelskörper mit Sicherheit. Gott hat dem Menschen sein Ebenbild anerschaffen. Nicht nur in Betreff des Willens, sondern auch in Betreff der Erkenntniß kann der Mensch Gott ähnlich werden. Der menschliche Geist triumphirt über Raum und Zeit.

4. Vom Mars ♂.

Der Mars erscheint nie in Sichelgestalt wie Mercur und Venus, tritt nie zwischen Sonne und Erde, wohl aber in Opposition mit der Sonne, muß also weiter von der Sonne entfernt sein, als die Erde. Er ist der erste der oberen Planeten. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 32 Millionen Meilen. Die Excentricität seiner Bahn ist sehr groß. Daher kann es kommen, daß seine kleinste Entfernung von der Erde nur 7, seine größte dagegen 54 Millionen Meilen beträgt. Sein Durchmesser ist 1000 Meilen, $\frac{2}{3}$ des Erddurchmessers, sein Volum $\frac{1}{5}$ des Volums der Erde.

Seinen Umlauf um die Sonne vollendet er in 686 Tagen, also mit einer Bogengeschwindigkeit von $3\frac{2}{3}$ Meilen in der Se-

cunde. Seine Masse und Dichtigkeit sind schwer zu bestimmen. Denn da er keinen Trabanten hat, aus dessen Anziehung man auf seine Masse und Dichtigkeit schließen könnte, so bleibt nichts übrig, als seinen schwachen Einfluß auf die Erde zu berücksichtigen, der in kleinen Störungen ihres Laufes besteht. Danach scheint seine Masse $\frac{1}{10}$ der Erdmasse, seine Dichtigkeit $\frac{7}{10}$ der mittleren Dichtigkeit der Erde zu betragen. Wenn dieses so ist, so fällt ein Körper auf seiner Oberfläche in der ersten Secunde nur 6 Fuß.

Der Mars ist kenntlich an der röthlichen Farbe, in der er strahlt. Mit guten Fernröhren bemerkt man Flecke auf oder über seiner Oberfläche, durch deren Bewegung man auf eine Achsendrehung in etwas mehr als 24 Stunden geschlossen hat. Die 4 der Sonne nächsten Planeten bewegen sich demnach fast in gleicher Zeit um ihre Achsen, während die entfernteren sich viel schneller umdrehen, dagegen aber langsamer auf ihren Bahnen sind.

Mit Sicherheit kennt man seine Atmosphäre nicht. Dagegen schließt man auf große Eismassen an den Polen seiner Achse. Denn man bemerkt an dem Ende derselben, welches der Sonne längere Zeit abgewandt gewesen ist, d. h. an dem Ende der Polarnacht, einen runden, blendend weißen Fleck, der allmählig wieder verschwindet. Dieses wird Eis sein. — Die Neigung seines Aequators gegen seine Bahn beträgt 28°. Von der Sonne wird er nur halb so stark beleuchtet als die Erde, und sein Licht trifft die Erde so, daß erst 9000 Millionen Marskugeln ein Licht auf der Erde hervorbringen würden, das dem Lichte des hellen Mittags gleich kommt.

5. Von Ceres ⚳, Pallas ⚴, Juno ⚵, Vesta ⚶.

Theilt man die Entfernung des Saturn von der Sonne in 100 gleiche Theile, so ist die Entfernung der Planeten von der Sonne, in diesen Theilen ausgedrückt, folgende:

Mercur 4
Venus $4 + 3$

Erde 4 + 2 · 3
Mars 4 + 4 · 3

Jupiter 4 + 16 · 3
Saturn 4 + 32 · 3
Uranus 4 + 64 · 3

Betrachtet man diese Zahlen, so entdeckt man ein fortschreitendes Gesetz. Der Factor, mit welchem 3 multiplicirt wird, ist bei dem folgenden Planeten doppelt so groß als bei dem vorhergehenden; nur von Mars auf Jupiter ist er das Vierfache. Stände noch ein Planet zwischen Mars und Jupiter, so wäre die Reihe vollständig.

Daher soll schon Kepler vermuthet haben, daß in dem Raume zwischen Mars und Jupiter noch ein Planet entdeckt werden würde.

Diese prophetische Vermuthung wurde im Anfange des jetzigen Jahrhunderts bestätigt, indem man zwischen Mars und Jupiter nicht einen, sondern vier kleine Planeten entdeckte. Der deutsche Astronom Olbers fand mit Fernröhren die Pallas und Vesta, der Deutsche Harding die Juno, der Italiener Piazzi (und zwar zuerst, 1801) die Ceres. Von ihnen ist die mittlere Entfernung der Vesta von der Sonne am kleinsten: 49 Millionen Meilen, der Juno 55, der Ceres und Pallas 57. Ihre Bahnen sind sehr excentrisch. Die mittlere Entfernung beträgt in obigen Zahlen 4 + 8 · 3. Zugleich sind sie sehr klein. Sie heißen daher auch Asteroiden. Die Vesta scheint einen Durchmesser von 60, die Pallas von 450 Meilen zu haben. Mit bloßen Augen sind nur zuweilen Ceres und Vesta von geübten Augen als Sterne sechster Größe zu schauen, und zwar wegen ihres besonderen Lichtes, namentlich der Vesta, das dem der Fixsterne gleicht, als strahle das Sonnenlicht von ihrer Oberfläche wie von Diamantflächen zurück.

Auf ihren Bahnen, die sie im Durchschnitt in 4 Jahren zurücklegen, können sie einander sehr nahe kommen, z. B. Ceres und Pallas. Einige haben schließen wollen, daß sie Theile eines ein-

zigen, durch innere Kräfte zersprengten Planeten seien (?), und daß vielleicht, außer den 4, noch andre Reste dazu gehörten, die nur wegen ihrer Kleinheit nicht gesehen werden können.

Sie entfernen sich weiter von der Ekliptik als die übrigen Planeten, Pallas sogar 34°. Dadurch hat der alte Thierkreis, 20° breit, als eines Gürtels, innerhalb welches sich die Planeten halten, seine Bedeutung verloren. Sie gleichen dadurch, so wie wegen ihrer länglichen Bahnen, den Kometen. Nicht minder dadurch, daß sie zuweilen in Nebel eingehüllt erscheinen, der ihren Kern unsichtbar macht. Man schließt daraus auf gewaltige Veränderungen in ihren Atmosphären.

6. Vom Jupiter ♃.

Ein schöner Stern. Er glänzt in hellgelbem Licht. Mit bloßem Auge sieht man seine Scheibe. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 108 Millionen Meilen. Er bewegt sich in einer fast runden Bahn. Sein Durchmesser ist 11, seine Oberfläche 121, sein Volum 1330mal so groß als das der Erde. Er ist der größte aller Planeten. Die Dichtigkeit seiner Masse ist $\frac{1}{4}$ der Erddichtigkeit. Dennoch hat er 3mal so viel Masse als alle andern Planeten zusammen.

Jupiter dreht sich in 10 Stunden um seine Achse, folglich verhältnißmäßig und ungeachtet seiner Größe sehr schnell. Dadurch entsteht eine starke Abplattung an den Polen ($\frac{1}{13}$). Auf seiner Oberfläche bemerkt man durch Fernröhre bedeutende Streifen, seinem Aequator parallel, deren Natur sehr veränderlich zu sein scheint. Ihre Bewegung geschieht von West nach Ost, nicht übereinstimmend mit der Geschwindigkeit seiner Achsendrehung. Sie gehören also wohl seiner Atmosphäre an, in der sich ungeheure Bewegungen, von denen auf der Erde sehr verschieden, zuzutragen scheinen.

Die Schiefe seiner Ekliptik beträgt nur 3 Grad. Der Unterschied der Tages- und Jahreszeiten ist dort also unbedeutend. Dagegen muß der Unterschied der physikalischen Klimate sehr groß sein. Den Polbewohnern erhebt sich die Sonne während

ihres Sommers nur 3 Grad über den Horizont. Dort wird also wahrscheinlich ewiges Eis zu finden sein, während in den Aequatorgegenden immer Frühling oder Sommer herrscht. Ein Menschenauge würde auf dem Jupiter die Sonne 27mal so klein sehen als auf der Erde. Da er sich in beinahe 12 Jahren um die Sonne dreht, so dauert jede Jahreszeit daselbst 3 unsrer Jahre, die Nacht an den Polen also 6 unsrer Jahre. Dagegen dauert an den Orten, welchen die Sonne täglich auf- und untergeht, der Tag nur 5 unsrer Stunden.

Er ist von 4 Trabanten umgeben, die sich mit ihm um die Sonne bewegen und fast täglich Finsternisse hervorbringen. Der nächste von ihnen ist nicht ganz 6 Jupiterhalbmesser von seinem Mittelpunkte entfernt, während unser Mond 60 Erdhalbmesser von uns entfernt ist. Alle Verhältnisse müssen daher dort von den unsrigen sehr abweichen. Die Erscheinungen der 4 Trabanten gewähren ohne Zweifel den Jupiterbewohnern das reizendste Schauspiel.

Die Bewohner des nächsten Trabanten sehen den Jupiter ungefähr 1400mal so groß als wir die Sonne.

7. Vom Saturn ♄.

Er erscheint in mattem, weißem Lichte. Dann ist er daran leicht kenntlich, daß er in demselben Sternbilde 2½ Jahr verweilt, folglich sehr langsam fortschreitet. Seine Umlaufszeit um die Sonne in einer Entfernung von nahe 200 Millionen Meilen ist bekanntlich 29 Jahre. Die Oberfläche der Sonne erscheint ihm 90mal so klein als der Erde, weshalb die Beleuchtung auf ihm wahrscheinlich schwach ist. Seine Entfernung von der Erde ist begreiflicher Weise höchst ungleich.

Nach Jupiter ist er der größte Planet; er hat im Durchmesser 17000 Meilen, übertrifft also darin die Erde um das 10fache, in der Oberfläche um das 95fache, in dem Cubikinhalt um das 928fache. Seine Masse ist 95mal die Erdmasse; folglich ist seine Dichtigkeit gering, nur $\frac{1}{10}$ der Dichtigkeit der Erde, ungefähr die

doppelte des Korkholzes. Kein andrer Planet hat eine so lockere Masse.

Auf seiner Oberfläche bemerkt man mit den besten Fernröhren Streifen, parallel mit dem Aequator, wie auf dem Jupiter. Auch scheint er eine Atmosphäre zu haben, in der sich große Revolutionen zutragen. Er dreht sich in $10\frac{1}{2}$ Stunden um die Achse, hat daher wahrscheinlich ein bedeutende Abplattung an den Polen, die in dem Winter, der $14\frac{1}{2}$ Erdjahre dauert, und da sein Aequator unter einem Winkel von 30° gegen seine Bahn geneigt ist, von Eismassen bedeckt zu sein scheinen.

Das Merkwürdigste an dem Saturn sind die beiden Ringe, die ihn umgeben, Fig. 41.

Der äußere Halbmesser des äußeren Ringes beträgt in runden Zahlen	19000	Meilen.
Der innere desgl. desgl.	16800	—
Der äußere Halbmesser des innern	16400	—
Der innere desgl. desgl.	12700	—
Der Halbmesser Saturns	8500	—
Breite des äußeren Ringes	2300	—
Breite des inneren Ringes	3800	—
Breite des Zwischenraums	400	—
Entfernung des inneren Ringes von der Oberfläche des Saturn	4000	—

Diese Ringe sind dunkel, wie Saturn selbst; sie erhalten ihr Licht von der Sonne. Man bemerkt den Schatten des Saturn auf den Ringen, des Doppelringes auf Saturn. Durch den Zwischenraum zwischen Saturn und dem Ringe bemerkt man den Himmel, nämlich Fixsterne.

Der Ring hat gegen die Ekliptik des Saturn eine Neigung von 28°. Deswegen erscheint derselbe, von der Erde aus gesehen, immer nur als eine Ellipse, und zwar eine veränderliche. Hält man eine kleine Kugel in einen Ring, und dessen Fläche so, daß eine gerade Linie von dem Auge auf die Ebene des Ringes schief auffällt, und beleuchtet beide durch ein Licht, so erhält man

eine Anschauung von der Erscheinung. Der Ring kann auch als gerade Linie erscheinen und thut es.

Der Ring scheint bedeutende Erhöhungen zu haben, vielleicht von einer Höhe von 200 Meilen. Damit derselbe nicht auf den Saturn stürze, muß man annehmen, daß er sich um eine Achse drehe. Die Zeit dieser Achsendrehung scheint mit der Zeit der Achsendrehung des Saturn zusammenzufallen. Durch diese Achsendrehung d. h. die dadurch entstehende Centrifugalkraft kann Gleichgewicht entstehen mit der Centripetalkraft. Die Ebene des Ringes fällt mit der Aequatorebene des Saturn zusammen. Man kann sich den Ring als eine zusammenhangende Reihe von Planeten denken, die um den Hauptplaneten herumkreisen. Die Erscheinungen desselben sind für die Saturnbewohner höchst verschieden. Es kommt darauf an, wo sie wohnen, ob auf dem Aequator, auf den Polen, oder in mittleren Breiten.

Jenseits des Ringes umkreisen noch 7 Trabanten den Saturn. Ob diese alle ihn verfinstern und er sie, wissen wir nicht genau.

8. Vom Uranus ♅.

In einer Entfernung von 400 Meilen steht er an der Gränze unsres Sonnensystems; wenigstens kennen wir keinen, etwa noch jenseits desselben stehenden Planeten. Wegen seiner großen Entfernung von der Erde erscheint er als ein Stern der sechsten Größe. Sein Durchmesser beträgt 7500 Meilen, seine Umlaufszeit 84 Jahre. Er wurde 1781 von Herschel dem Aelteren als ein Planet erkannt. Seine Oberfläche ist 18, sein Körperinhalt 76, seine Masse 17, seine Dichtigkeit $\frac{1}{5}$mal so groß als die ähnlichen Größen der Erde. Seine Dichtigkeit ist also ungefähr die des Wassers. Seine Bahngeschwindigkeit, 1 Meile in der Secunde, ist $\frac{1}{5}$ der Geschwindigkeit der Erde. Die Sonne wird auf ihm so gesehen, wie wir die Venus sehen, in der Oberfläche 360mal so klein, als auf der Erde. Folglich wird die Beleuchtung auf ihm etwa so sein, wie die der Erde in einer sternhellen Nacht (?). Ob er eine Achsendrehung hat, wissen wir

nicht mit Bestimmtheit. Herschel hat mit dem besten aller Fernröhre Abplattung wahrgenommen, auch 6 Trabanten um ihn herum gesehen. Wahrscheinlich steht sein Aequator senkrecht auf seiner Bahn. Dieses wird zur Folge haben, daß an den Polen der Uranusoberfläche eine 42 Jahre lange Nacht mit einem eben so langen Tag abwechselt, daß die Jahreszeiten die größtmögliche Verschiedenheit haben, und daß es in dieser Beziehung einerlei ist, wo man wohnt.

Ob die Trabanten ihn verfinstern, wissen wir nicht; sie sind selbst für unsre besten Fernröhre zu weit entfernt. Kein Planet verfinstert einen andern Planeten, bis zur Entfernung des nächsten reicht der Kernschatten keines; aber als Regel kann man annehmen, daß jeder seine Monde verfinstert, und daß diese, wie alle die Planeten, welche für ihn untere sind, ihm Sonnenbedeckungen verursachen. —

Bei den drei Planeten Jupiter, Saturn und Uranus kann man von Systemen reden: Jupitersystem u. s. w. Denn zu ihnen gehört eine Anzahl von Körpern. Diese Systeme bilden Glieder eines höheren Systems, des Sonnensystems, das wahrscheinlich ein Glied ist eines noch höheren Systems.

Man veranschaulicht dieses, indem man das Sonnensystem mit den untergeordneten Systemen zeichnet, dasselbe wieder als ein Glied eines noch höheren Systems darstellt u. s. w. So erhält man einen Leiter für die Phantasie von den untersten Gliedern, den Monden, bis zu den höheren: Planeten, Sonnen u. s. w. So ordnen wir die lebendigen Wesen der Erde, von den Mollusken bis zum Menschen, welcher auf der einen Seite einen Schluß, auf der andern einen Anfang machen mag für eine höhere Reihe vernünftiger Wesen.

„Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper,
Und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnten, da wallen Wesen"

in der höchsten Mannigfaltigkeit ihrer Naturbestimmtheit. Wir erkennen dieses schon aus der Verschiedenheit der Planeten unter einander und der Monde zu ihnen. Kein Planet ist die Copie

eines andern, kein Mond ein verkleinerter Abdruck des Hauptkörpers, und sicherlich hat jeder noch andere Zwecke als den, demselben zu leuchten. Wer vermißt es sich, den Zweck der Welt, des Einzelnen und des Ganzen bestimmen zu wollen?

9. Vom Monde ☾.

Seine größte Entfernung von der Erde ist 55000, seine kleinste 48000, seine mittlere 51000 Meilen in runden Zahlen.

Diese mittlere Entfernung würde von einem Schnellwagen, der täglich 25 Meilen macht, in 5 Jahren 215 Tagen, von einem frischen Winde, der in 1 Secunde 15 Fuß zurücklegt, in 2 Jahren 214 Tagen 10 Stunden 40 Minuten, von einem Dampfwagen, der in jeder Stunde 8 Meilen zurücklegt, in 265 Tagen 15 Stunden, von dem Schall, der in 1 Secunde durch 1040' geht, in 13 Tagen 14 Stunden 55 Minuten 23 Secunden, endlich von dem Lichte, das in 8 Minuten 21 Millionen Meilen zurücklegt, in $1\frac{29}{175}$ Secunden durchschritten werden.

Versetzen wir uns in den Mond, um die Haupterscheinungen, die sich in ihm darstellen, zu verstehen.

Auf ihm wechselt, wie wir schon wissen, ein $14\frac{3}{4}$tägiger Tag mit einer eben so langen Nacht. Denken wir uns, daß wir gerade Neumond haben, also der Mond zwischen Sonne und Erde steht, so sehen die Mondbewohner die Erde der Sonne gegenüber und die ihnen zugekehrte Seite der Erde ganz beleuchtet. Sie haben Vollerde. Umgekehrt haben sie Neuerde, wenn wir Vollmond haben, und erstes Viertel der Erde, wenn wir letztes Viertel des Mondes haben. Dieses wird durch eine Zeichnung, ähnlich der Fig. 27., unmittelbar deutlich. Die Erde erscheint den Mondbewohnern in Lichtphasen, wie den Erdbewohnern der Mond. Außer diesen Lichtphasen werden sie die Meere als dunklere, die Erdtheile als hellere Stellen erkennen, die Gebirge, Ebenen, Inseln werden in verschiedenen Farben erscheinen. Zugleich werden sie, da die Erde sich in 24 Stunden um die Achse dreht, das schöne Schauspiel der verhältnißmäßig sehr schnellen Erscheinung

aller Theile der Erdoberfläche haben. Ja sie haben Amerika viel früher gekannt als die Europäer. Wenn sie Augen wie wir haben und Fernröhre, so können sie nicht nur unsre Gebirge und Flüsse, sondern auch unsre größten Städte sehen, wenn sie auch nicht wissen sollten, daß es Städte sind.

Der Aequator des Mondes ist gegen seine Bahn unter einem Winkel von beinahe 7 Graden, und gegen die Erdbahn nur $1\frac{1}{2}$ Grad geneigt. Die Sonne entfernt sich daher nur wenig vom Aequator, sie erscheint demselben Orte das ganze Jahr durch fast in derselben Höhe, die Jahreszeiten müssen sehr wenig verschieden sein. Die Aequatorbewohner werden immer Sommer, die Polbewohner stets Winter haben. Die den Polen naheliegenden Gegenden werden die Sonne immer nur wenig über oder unter dem Horizont sehen. Da die Zeit der Drehung des Mondes um die Erde mit der Zeit der Wiederkehr derselben Lichtphase übereinstimmt, so stimmt die Länge seines Tages mit der Länge seines Jahres überein; denn jenes ist sein Jahr, dieses sein Tag. In $29\frac{1}{2}$ Tagen sehen die Mondbewohner die Sonne und die Sterne nur einmal auf- und untergehen. Auch ihnen gehen sie im Osten auf, im Westen unter, nur bewegen sie sich sehr langsam. Die Erde macht davon eine Ausnahme. Sie wird nur von der der Erde zugekehrten Hälfte der Mondoberfläche gesehen; wie wir die andre Hälfte nicht sehen, so sehen die Bewohner derselben auch die Erde nie. Die Erde geht also keinem der Mondbewohner auf, keinem unter. Denen sie aufgegangen ist, bleibt sie aufgegangen. Und zwar sehen die Bewohner eines Ortes die Erde immer an derselben Stelle des Himmels. Die, welche gerade in der Mitte der uns zugekehrten Scheibe wohnen, sehen die Erde immer in ihrem Scheitel; die am Rande dieser Scheibe wohnen, sehen sie immer im Horizonte, und die zwischen diesem Rande und der Mitte wohnen, sehen die Erde in gleicher Höhe über dem Horizonte, um so höher, je näher sie der Mitte jener Scheibe wohnen. Alles dieses gilt nur, so lange es, wie hier, auf strengste Genauigkeit nicht ankommt. Die Erde erscheint ihnen als Voll-

erde 13mal so groß als uns der Mond als Vollmond. Das Erdlicht wird ihnen in ihrer $14\frac{3}{4}$ Tage langen Nacht sehr willkommen sein.

Mit bloßen Augen sehen wir in dem Monde hellere und dunklere Stellen. Durch gute Fernröhre sieht man dies Alles viel deutlicher, und man gewahrt Höhen und Tiefen, Berge und Thäler. Namentlich bemerkt man sehr große Ringgebirge mit inneren Vertiefungen, in welchen wieder Höhen wahrgenommen werden. In solcher Gestalt wird etwa Böhmen vom Monde aus gesehen werden. Nach verschiedenen Methoden kann man die Höhe der Mondberge bestimmen, z. B. durch die Schatten, welche die Berge werfen, durch die Entfernung der Lichtpunkte in dem beschatteten Theile der Mondoberfläche von der Lichtgränze. Diese Lichtpunkte sind beleuchtete Bergspitzen. So hat man im Monde Berge gemessen, die mehr als 25000 Fuß hoch sind. Diese sind im Verhältniß zu der Länge des Monddurchmessers 4mal so hoch als die Berge der Erde. Diese Berge erscheinen meist als Ringgebirge oder Bergketten. Die Astronomen haben ihnen Namen gegeben: Plato, Copernicus, Kepler, Ritter u. s. w. Man glaubt, daß die Ringgebirge durch ungeheure Vulkane entstanden sind. Die ganze Mondoberfläche sieht überhaupt aus wie ein durch außerordentliche Revolutionen zerklüftetes, verwüstetes Erdreich.

Die großen, meist grauen Flecke hat man Meere genannt. Aber es sind keine Meere; denn man entdeckt keine Spur von Wolken, fast keine Spur von Atmosphäre (denn die Dämmerungen fehlen), folglich wird es auf dem Monde auch an Wasser und Meeren fehlen.

Zwischen manchen Ringgebirgen entdeckt man einzelne, zum Theil gerade auslaufende Streifen, Rillen genannt, die oft jenseits eines Ringgebirges noch fortlaufen. Was sie sind, weiß man nicht.

Zusätze.

Da der Mond uns so nahe angeht und eigentlich der Erde angehört, so dürfte es der Sache angemessen sein, noch Einiges über ihn in Zusätzen, die man überschlagen kann, beizufügen.

1. Eine Verfinsterung ist immer mit einer Bedeckung verbunden. Eine Erdverfinsterung ist zugleich eine Sonnenbedekkung für die Erdbewohner, und eine Mondverfinsterung ist für Bewohner des Mondes eine Sonnenbedeckung durch die Erde. —

2. Verfinsterungen und Bedeckungen ereignen sich, wenn die die Durchschnittspunkte der Erd- und Mondbahn verbindende gerade Linie, d. h. die Knotenlinie, in die Richtung von der Sonne zur Erde fällt, wenigstens ihr nahe liegt.

Diese Knotenlinie wandert durch den ganzen Thierkreis, gegen die Ordnung der Zeichen, von Ost nach West, und kommt in 18 Jahren 219 Tagen, im Durchschnitt also in 19 Jahren, herum. Nach Verlauf von 19 Jahren kehren darum die Verfinsterungen und Bedeckungen in derselben Ordnung wieder.

Entfernte sich der Mond nicht weiter als etwa um den Halbmesser der Erde von der Erdbahn, so hätten wir jeden Monat eine Monds- und eine Sonnenfinsterniß. Aber die Bahnen des Mondes und der Erde machen einen Winkel von 5° mit einander.

Weil die Erde viel größer ist als der Mond, so erlebt der Mond viel bedeutendere Sonnenfinsternisse (Sonnenbedeckungen) als die Erde. Dagegen hat er weit weniger Erdfinsternisse als wir Mondsfinsternisse. Der Kernschatten des Mondes trifft die Erde entweder gar nicht, oder nur mit der Spitze. Folglich werden die Mondbewohner die Erdfinsternisse wenig oder gar nicht kennen. Der Halbschatten wird ihnen die Erde weniger dunkel machen als große Wolkenschichten.

Die Bewohner der Orte der Erde, auf welche die kleine Schattenspitze des Mondes fällt, wenn der Mond in der Erdnähe steht, haben eine totale Sonnenbedeckung. Wenn der Kernschatten die Erdoberfläche nicht erreicht, so haben die Orte, auf welche die

Spitze desselben, die Achse des Schattenkegels, gerade zugeht, eine ringförmige Sonnenbedeckung.

Sehr häufig folgen eine Monds- und eine Sonnenfinsterniß in 14 Tagen auf einander, weil beide sich in den gegenüber liegenden Knoten ereignen. Manchmal folgen daher auch in zwei Monaten auf einander zwei Verfinsterungen.

Die Orte, welche zugleich von dem Kernschatten des Mondes getroffen werden können, liegen in einem Raum von etwa 16 Meilen Durchmesser. Diese haben alsdann eine centrale Sonnenfinsterniß. Eine centrale Mondsfinsterniß gilt für die ganze Hälfte der Erde, welche dem Monde zugewandt ist. Man muß die centrale Finsterniß von der totalen unterscheiden; eine centrale ist nicht immer eine totale, eine totale nicht immer eine centrale. Eine centrale Mondsfinsterniß ist immer eine totale, weil der Kernschatten der Erde in der Entfernung des Mondes breiter ist als der Durchmesser des Mondes. Eine totale Mondsfinsterniß braucht keine centrale zu sein. Eine centrale Sonnenfinsterniß ist entweder total oder ringförmig. Es hängt davon ab, ob der Mond in der Erdnähe oder Erdferne steht. Dadurch ist die scheinbare Größe des Mondes bedingt. In seiner mittleren Entfernung von der Erde ist sein scheinbarer Durchmesser etwas kleiner als der der Sonne; folglich kann in derselben keine totale, sondern nur eine ringförmige Sonnenfinsterniß entstehen.

Die totalen (central-totalen) Sonnenfinsternisse, welche sehr selten sind, und, wie gesagt, nur für einzelne Erdstriche eintreten, haben eine sehr merkwürdige Erscheinung gezeigt: einen flammenden Sonnenring mit Aussendung von Strahlenbüscheln. Brechung der Sonnenstrahlen in der Mondatmosphäre kann dies Phänomen nicht hervorrufen; die Mondatmosphäre ist zu dünn dazu. Man müßte dann auch den Mondrand, welcher die Sonne bedeckt, verwaschen erblicken, was aber nicht der Fall ist, man sieht ihn scharf begränzt und die Erhöhungen (Berge) an dem Rande mit vorzüglicher Schärfe, was nicht sein könnte, wenn die Mondatmosphäre eine die Sonnenstrahlen bedeutend schwächende Kraft besäße. Bessel und Andere vermuthen, daß die

Sonne außerhalb ihrer leuchtenden Scheibe mit einem Lichtschimmer umgeben sei, der nur gesehen werden könne, wenn die Sonnenscheibe ganz vom Monde bedeckt werde. Künftige Beobachtungen müssen dieses in's Reine bringen.

Bei Mondsfinsternissen macht man eine andre, mit der eben genannten zusammenfallende (wenn auch nicht analoge) Beobachtung. Im Monde erscheinen an den Rändern des Erdschattens Farben, besonders die rothe, gerade wie bei der Morgen- und Abenddämmerung, in verschiednen Nüancen. Sie rühren von der Brechung der Sonnenstrahlen in der Erdatmosphäre her. Wenn eine partiale Mondsfinsterniß so statt findet, daß die Sonnenstrahlen durch starke Wolkenschichten über Erdoceanen, wenn diese etwa gerade Winter haben, fallen, so werden die Strahlen besonders stark gebrochen, und der Farbenschimmer erscheint dann auf der Mondoberfläche besonders lebhaft.

Daß die Finsternisse, besonders die Sonnenfinsternisse so schnell vorübergehen und in wenigen Minuten sich ändern (die ringförmige Erscheinung dauert nur wenige Minuten), rührt von der eignen schnellen Bewegung des Mondes, demnächst von der Bewegung der Erde und deren Achsendrehung her.

Der Schatten, welcher bei einer totalen Sonnenfinsterniß auf der Erde entsteht, ist auffallend wenig dunkel, und die Gegenstände erscheinen in einem so sonderbaren Lichte, daß wir mit ihm nichts vergleichen können, ja nicht einmal einen passenden Ausdruck dafür haben. —

3. Das Dasein einer Mondatmosphäre wird beurtheilt aus der Brechung und Schwächung der Lichtstrahlen eines Fixsterns, welchen der Mond bedeckt. Beides findet beim Monde nicht statt (wohl aber z. B. bei Venus und Mars). Wir schließen daraus, daß der Mond keine Atmosphäre hat. Ein Fixstern, welcher vom Mondrande bedeckt wird, verschwindet nicht allmählig, sondern plötzlich, wie ein Licht, welches ausgeputzt wird. Auch sieht man ihn nicht länger, und er erscheint nicht früher wieder, als die Größe des Mondrandes oder des Stücks, hinter welchem er scheinbar hergeht, es bestimmt. Folglich wird sein am Mondrande

vorbeifahrendes Licht gar nicht gebrochen; also keine Atmosphäre. Jedenfalls ist sie so gering, daß ihre strahlenbrechenden und lichtschwächenden Wirkungen für uns unbemerkbar bleiben. Folglich hat der Mond auch kein Wasser, keine Meere, keine Ströme. Der Mond ist keine Copie der Erde, er hat auch keine Menschen. Die Verschiedenheit der dortigen Naturverhältnisse hat eine große Verschiedenheit der Lebensformen zur nothwendigen Folge. Wir kennen zwar nur eine Seite des Mondes; aber Alles leitet zu dem Schlusse, daß die uns unbekannte Seite der bekannten in allem Wesentlichen gleich sei. Wie auf der Erde, ist auch auf der Mondoberfläche die Mannigfaltigkeit der Formen sehr groß. Die Natur liebt die Einförmigkeit nicht. Für jetzt ist der Mond für uns noch eine Hieroglyphe. —

4. An dem Monde bemerkt man keine Abplattung an den Polen, die an dem Rande liegen. Sein Durchmesser ist $468\frac{2}{5}$, sein Umfang $1470\frac{1}{2}$ solcher Meilen lang, deren die Erde 5400 im Umfange hat. Sein Durchmesser hat also etwa die Länge des europäischen Festlandes von Norden nach Süden, sein Umfang die Länge Asiens, die Oberfläche die Amerika's. 110 an einander gereihete Mondkugeln würden den Raum von der Erde bis zum Monde füllen, so wie 30 Erdkugeln.

5. Er erscheint in mittlerer Entfernung unter einem Winkel von 31 Minuten 3 Secunden. Derselbe kann bis zu $33\frac{1}{2}$ Minuten wachsen und sich bis zu 29 Minuten 22 Secunden vermindern.

Die Masse des Mondes ist $\frac{1}{88}$ der Erdmasse. Dieses ist $\frac{5}{9}$ der Masse, die er haben müßte, wenn seine Dichtigkeit der der Erde gleich wäre. Ist nun die Erde $5\frac{4}{9}$mal so dicht als Wasser, so ist der Mond $\frac{5}{9} \cdot 5\frac{4}{9} = \frac{245}{81} = 3$mal so dicht als Wasser. Ein Körper auf der Mondoberfläche fällt also in der ersten Secunde nur durch einen Raum von $2\frac{4}{5}$ Fuß. Mit gleicher Kraft geworfen, würde also ein Körper auf dem Monde $6\frac{1}{2}$mal so hoch steigen als auf der Erde. Um dort einen Centner zu heben, braucht man nicht mehr Kraft, als um auf der Erde 17 Pfund zu heben.

Das Bergsteigen ist also dort viel leichter und gefahrloser als auf der Erde, alles Andere gleich gesetzt.

6. Wir sehen immer dieselbe Seite des Mondes. Dieses ist im Allgemeinen ganz richtig, nur nicht in strengem Sinne. Er hat eine sogenannte Schwankung (Libration), und zwar eine doppelte, von Norden nach Süden, und von Osten nach Westen. Sein Aequator macht mit der Ekliptik einen Winkel von $1\frac{1}{2}^{\circ}$, seine Bahn liegt unter 5° gegen die Erdbahn geneigt, und seine Bewegung um die Erde ist nicht ganz gleichmäßig. Darum liegen die Pole nicht immer an den Rändern, jenseits des Ost- und Westrandes erscheint zuweilen ein kleiner Streifen. Der mittlere Meridian verschiebt sich bald etwas rechts, bald etwas links. $\frac{3}{7}$ der Gesammtoberfläche sind stets der Erde zugekehrt, $\frac{3}{7}$ bleiben uns immer verborgen, $\frac{1}{7}$ ist bald sichtbar, bald unsichtbar.

7. Die Entfernung der Wendekreise des Mondes von seinem Aequator und die Entfernung der Polarcirkel von den Polen wird bestimmt durch die Größe der Neigung seines Aequators, nicht gegen die Mondbahn (denn er wird nicht von der Erde, sondern von der Sonne beleuchtet), sondern gegen die Ekliptik. Diese Neigung ist sehr klein, $1\frac{1}{2}$ Grad (1° 29′). Seine Wendekreise sind also nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ von dem Aequator, seine Polarkreise nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ von den Polen entfernt. Die Breite seiner heißen Zone, die auf der Erde 47° beträgt, ist also auf dem Monde nur 3° groß, also in Graden etwa $\frac{1}{16}$ der Breite der heißen Zone der Erde. Diese 3 Grade haben ungefähr eine Länge von 16 Meilen. Eben so lang sind die Durchmesser der kalten Zonen. Die gemäßigten Zonen nehmen also auf dem Monde bei weitem den meisten Raum ein. Doch mag die wirkliche Beschaffenheit der Mondoberfläche diesem Ausdruck wenig entsprechen.

8. Von der Neigung seines Aequators gegen die Ekliptik hängt die Verschiedenheit der Länge der Tage und Nächte ab. Diese ist also auf dem Monde nicht bedeutend. Ein mittlerer Tag dauert 354 Stunden. Tag und Nacht $29\frac{1}{2}$ Tage. So lange dauert auch ein Jahr. Unter 50° Breite mögen die längsten Tage und Nächte einen Unterschied von 6 bis 8 Stunden

ergeben, was bei einer Länge von 354 Stunden kaum bemerkt werden wird. Bei uns ist unter 50° Breite der längste Tag schon mehr als doppelt so lang als die kürzeste Nacht.

An den Polen des Mondes wechselt ein Tag von der Länge von $14\frac{3}{4}$ unsrer Tage mit einer eben so langen Nacht. Da aber die Sonne sich unter ihren Horizont nur $1\frac{1}{2}$° senkt, so wird es nie an den Polen ganz finster werden. Ja es wird auf dem Monde, namentlich an den Polen, Orte geben, denen die Sonne nie untergeht, welche also in ewigem Sonnenlichte schwimmen. Ueber das Niveau der Pole braucht sich ein Berg nur 1300 Fuß zu erheben, um von seinem Gipfel mehr als $1\frac{1}{2}$° unter den mittleren Horizont sehen zu können. Erhebt sich ein Berg doppelt so hoch, so bleibt ihm die ganze Sonne stets über dem Horizont. Nun sind gerade Nord- und Südpol des Mondes mit bedeutenden Bergen bedeckt, folglich müssen die oberen Gipfel derselben in ewigem Sonnenlichte glänzen. Dagegen ist in den Thälern zwischen ihnen höchstens Dämmerung; dort kennt man also den eigentlichen Tag nicht. Dasselbe gilt von vielen andern Gegenden, welchen zur Seite eine hohe Gebirgswand liegt, die ihnen den directen Sonnenstrahl entzieht; dort wohnt man also ewig im Schatten. Auf der Erde giebt es in Norwegen, in der Schweiz, auch in der sächsischen Schweiz einige solcher Punkte.

9. Der Mond ist, wie oben dargethan, die Hauptursache der Ebbe und Fluth, die Sonne wirkt weniger. In runden Zahlen verhält sich die Wirkung der Sonne zur Wirkung des Mondes auf das Wasser (oder eine Wasserkugel) wie $2:5$. Die höchste Fluth entsteht also durch eine vereinigte Kraft von $2+5=7$, die geringste durch $5-2=3$, jene zur Zeit des Voll- und Neumonds, diese zur Zeit der Viertel. Stehen im ersten Falle Mond und Sonne zugleich in der Erdnähe, so muß die Wirkung besonders bedeutend sein. Die Fluthwelle des Meeres hat eine Bewegung von Osten gegen Westen, der Achsendrehung der Erde entgegen.

10. Wer den Mond genauer kennen lernen will, den verweisen wir auf die große Mondkarte von Beer und Mädler

(4 Rthlr.), auf die kleinere von Mädler (1 Rthlr.), auf das große Werk Beider: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder allgemeine vergleichende Selenographie u. s. w. Berlin bei Schropp, 1837," und auf „Mädler's kurzgefaßte Beschreibung des Mondes, Berlin 1839," welche interessante Schrift wir allen Lesern bestens empfehlen müssen. Wir halten es für passend, einige Stellen wörtlich daraus zu entlehnen:

Einiges über die Rillen; ein Stück aus einer Beschreibung einer kleinen Mondlandschaft; über den Einfluß des Mondes auf die Erde; über die Naturkräfte auf der Mondoberfläche; über die Bewohner derselben.

11. Die Rillen haben vielfache Erklärungsversuche veranlaßt. Man hat sie unter andern für Flüsse, oder doch für ausgetrocknete Flußbetten gehalten. Aber einmal ist die Aehnlichkeit mit Flüssen der Erde bei näherer Betrachtung sehr gering. Die gleiche Breite, welche sie meistens auf ihrem ganzen Zuge behalten, ihr Anfangen und Aufhören (Beides gleichbedeutend) mitten in einer Ebene, ihre geringen Krümmungen, die Seltenheit der Vereinigung mehrerer, sprechen nicht für diese Ansicht. Manche ziehen von Berg zu Berg, andere zeigen sich in der Mitte deutlicher als an beiden Enden. Gewiß ist es, daß die Flüsse unsers Erdkörpers, aus großer Ferne gesehen, einen ganz andern Anblick gewähren müssen.

Eine andre Ansicht hat in diesen Gebilden Landstraßen erkennen wollen. Wenn es schon mißlich ist, die Naturformen unsers Erdkörpers mit denen des Mondes in Parallele zu stellen, so dürfte dies noch weit mehr von Produkten des Kunstfleißes gelten. An ein Bewohnen des Mondes von menschenähnlichen Geschöpfen darf, wie sich in der Folge zeigen wird, nicht gedacht werden. Weit weniger wesentliche Verschiedenheiten, als wir in der That finden, würden schon hinreichen, den Schluß zu begründen, daß er kein Aufenthaltsort für Menschen sei. Wie unwahrscheinlich ist es also, daß sich Analoga zu unsern Städten und andern Bauten auf dem Monde finden sollten? Die Mannig-

faltigkeit der Natur ist so groß, und selbst die wenigen besondern Merkmale, welche wir an den verschiedenen Körpern unsers Sonnensystems bemerken, zeigen uns so sehr das Eigenthümliche eines jeden derselben, daß es wohl nicht leicht einen Weltkörper geben dürfte, der nichts als die Reproduktion eines andern wäre. Bei Straßen denkt man doch zunächst an ein Zugänglichmachen eines schwierigen Terrains; eine solche Absicht läßt sich aber bei den Mondrillen nicht erkennen. Wozu übrigens die ansehnliche Breite von mehreren tausend Fuß, wozu die hohen und steilen Wälle, wozu das Hindurchführen durch tiefe Krater?

Man vergesse nur nie, daß es eine Menge von Dingen giebt, die sich für uns gleichsam von selbst verstehen, und die wir, ihre Nothwendigkeit von Kindheit an fühlend, uns nur schwer hinwegzudenken vermögen; die aber dennoch, genau geprüft, durchaus nur durch die speciellen Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten unsers Erdkörpers bedingt sind. Wir wohnen in Häusern — denn die Atmosphäre der Erde ist zu veränderlich und rauh, als daß wir uns ohne dieselben fortdauernd wohlbefinden könnten. Wir bauen Straßen — denn bei dem Gravitationsverhältniß unserer Erde würde die Fortschaffung der Massen ohne solche zu schwierig, und unsre eigene zu sehr gehemmt sein. Wir errichten Dämme — denn ein Hauptbestandtheil des Erdkörpers, das Wasser, verändert seine Lage zu schnell und oft, als daß es für den Menschen und seine Werke, in Ermangelung derselben, hinreichende Sicherheit gäbe. Wir führen künstliche Befestigungen auf — denn die Zeit des ewigen Friedens ist für unsre Erde noch nicht gekommen und die der Unschuld längst vorüber. — Wie wenig aber gehörte dazu, um ganz andre Dinge an die Stelle der genannten treten zu lassen! Man vermindere in Gedanken die Schwerkraft nur auf die Hälfte der gegenwärtigen, und weder der Mensch, noch irgend ein Thier oder Pflanze werden bleiben, was sie jetzt sind, kein Gewässer wird in den alten Bahnen fließen, und in seinem früheren Niveau sich erhalten, kein Bau, keine Maschine mehr nach den früheren Regeln errichtet werden: Alles wird eine andre Gestalt gewinnen. Bei Allem, was

wir in fremden Weltkörpern und selbst auf dem uns nahen Monde wahrnehmen, bleibt die wahrscheinlichste Vermuthung immer, daß wir ein Naturwerk vor uns sehen, oder die Kunst müßte dort nach einem so riesenhaften Maaßstabe arbeiten, daß er alle unsere Begriffe überstiege. Wenn man vernünftige Wesen auf andern Weltkörpern annehmen will, so muß man ihrer Vernunft auch zutrauen, daß sie ihre Lebenseinrichtungen der Naturökonomie ihres Wohnortes gemäß treffen, nicht aber sie von unsrer Erde entlehnen werden.

---

12. Der Sinus Iridum ist vielleicht die prachtvollste aller Mondlandschaften. Das umgebende Gebirge steil, chaotisch, von Alpenhöhe, und sehr hellglänzend, trennt sich äußerst scharf von der Fläche des Busens, in der man nur mit großer Schwierigkeit einige Unebenheit wahrnimmt. Nur hin und wieder zeigt sich am Fuße der Berge ein schmales, niedriges Vorland.

Vielleicht bilden nirgend auf der Mondfläche die Berge eine so schöne und mannigfaltige Gruppirung als hier. Um den herrlichen Anblick in seiner ganzen Fülle zu genießen, wähle man einen Abend, wo bei nördlicher Mondbreite noch 5 Tage bis zum Vollmonde fehlen. Alsdann zieht der ganze mächtige Gebirgsbogen vom Laplace bis Heraclides durch die Nacht hin, während man von dem Vorlande noch nichts, und von dem tiefgrauen Sinus nur einen kleinen Theil erleuchtet sieht. Am folgenden Abend hat sich sodann das Gebirgsland im Rücken jenes Landes entwickelt, und man erblickt hier wie auf einer Musterkarte alle Mondformen vereinigt: ein alpenhohes Hauptgebirge; ein zahlreiches System starker Bergketten; Tausende von einzelnen Bergen und Hügeln; zarte, parallel neben einander ziehende niedrige Rükken (besonders bei Condamine, Harpalus und Louville); mehrere Rillen und ähnlich geformte Thäler; zerstreute Krater von allen Formen und Größen, und im südöstlichsten Theile von Mairan bis gegen den 35° nördlicher Breite hin, eine von Kratern gleichsam wimmelnde Landschaft, deren immer mehr aufblitzen, je länger man in einem guten Fernrohre diese Gegend betrachtet.

Hier war es auch, wo (nach Fontenelle's Dialogen über die Mehrheit der Welten) ein Jungfrauenantlitz gesehen worden sein sollte. Schröter glaubte etwas Aehnliches in der Gestalt des Vorgebirges Heraclides und seiner nächsten Umgebung zu erblicken. Die Aehnlichkeit ist jedenfalls, mindestens wie diese Gegend jetzt erscheint, eine sehr entfernte und gezwungene.

---

13. Die Einflüsse des Mondes auf die Erde sind gleichfalls ein Gegenstand, der zu den abenteuerlichsten Meinungen Veranlassung gegeben hat, und welchen die fruchtbare Einbildungskraft früherer Zeiten in ein fertiges System zu bringen keinen Anstand nahm, lange bevor eine gründliche Beobachtung auch nur angefangen hatte, einige Data zu einem solchen zu liefern. So blieb nichts übrig, als mit gänzlicher Beseitigung jenes alten auf Nichts basirten astrologischen Wustes, Alles von vorn anzufangen und auf beharrlich-consequentem Wege, ohne alle Uebereilung, die Gesetze zu erforschen, die einer solchen Wechselwirkung, in wiefern sie besteht, zum Grunde liegen.

Wir kennen mit Sicherheit drei verschiedene Arten der Wirkung eines Weltkörpers auf den andern: Anziehung, Erleuchtung, Erwärmung, wiewohl letztere nur bei der Sonne erfahrungsgemäß feststeht. Alle andere Einflüsse sind nun entweder blos mittelbare Folgen der drei genannten, oder sie sind selbstständig oder unabhängig von ihnen. Ein Beispiel unter vielen möge dies verdeutlichen. Man hat bemerkt, daß die Krebse bei zunehmendem und im Vollmonde fetter sind als im Neumonde. Die Ursache ist keine andere, als daß sie ihre Nahrung, der sie des Nachts nachgehen, in mondhellen Nächten besser sehen als in dunklen; mithin ist dies keine besondere Einwirkung, sondern eine Folge der Erleuchtung; und in ähnlicher Weise mögen manche in Bezug auf die Pflanzen- und Thierwelt gemachte Wahrnehmungen zu erklären sein.

Die Ebbe und Fluth des Meeres ist eine nothwendige Folge der Anziehung des Mondes (und der Sonne). Der Umstand, daß die dem Monde näheren Theile der Erde mehr, die entfern-

ten weniger Anziehung von ihm erfahren (unter V.), bewirkt eine gegen den Mond gerichtete Verlängerung der Form des Planeten, so weit er dieser Einwirkung nachgeben kann, d. h. so weit er aus zusammenhängenden Oceanen besteht. Denn der feste Erdkörper und alles auf ihm Befindliche kann keiner andern Anziehung folgen als der, welche das Centrum der Erde erfährt.

Der Einfluß des Mondes auf die Witterung ist noch sehr wenig festgestellt, indeß kann man nach den bisherigen Untersuchungen annehmen, daß er nur äußerst gering, obwohl nicht ganz zu verwerfen sei. Daß bei der Erdferne des Mondes die Witterung durchschnittlich etwas heitrer und trockner sei, auch das Barometer höher stehe, als bei der Erdnähe, haben bereits frühere Beobachter dargethan, und ich finde es durch meine eignen Wahrnehmungen bestätigt, überdies ergeben sie eine etwa ½ Grad höhere Temperatur zur Zeit der Erdferne. Die größeren Veränderungen der Witterung haben sich dagegen bis jetzt als unabhängig von der Stellung und Entfernung des Mondes gezeigt. Sehr allgemein ist die Behauptung, daß mit dem Eintritte des Voll- und Neumondes die Witterung sich häufiger ändere, als zu andern Zeiten; es ist äußerst schwierig hierüber zu entscheiden, und man wird ganz andre Wege einschlagen müssen als bisher, wenn man zu einem von Voraussetzungen freien Resultate gelangen will. — Nach Schübler fällt der meiste Regen bald nach dem ersten Viertel, der wenigste um die Zeit des letzten Viertels, doch ist auch hier der Unterschied gering.

Mit diesen Witterungs-Einflüssen hängen denn auch wohl die Veränderungen zusammen, die man in der Pflanzen- und Thierwelt wahrgenommen haben will, so wie nicht minder der Einfluß des Mondes auf Krankheiten des Menschen, der übrigens noch keineswegs feststeht und jedenfalls, wie fast Alles in dieser Beziehung, sehr übertrieben worden ist, auch höchst wichtige Autoritäten, wie Olbers, gegen sich hat, wenn gleich nicht geleugnet werden kann, daß selbst die meisten Aerzte sich mehr oder minder für einen solchen Einfluß aussprechen.

Ein bisher ganz unbekannt gebliebener, von Niemand geahn-

ter Einfluß des Mondes, der auf die Bewegungen der Magnetnadel, ist vor Kurzem durch Kreyl's äußerst sorgfältige und genaue Beobachtungen am Gauß'schen magnetischen Apparat bekannt geworden. Durch diesen höchst sinnreichen Apparat ist es jetzt möglich, selbst einzelne Bogensecunden in den Schwingungen der Nadel noch sicher zu unterscheiden, und durch dreijährige, täglich 7mal wiederholte Beobachtungen dieser Schwingungen hat Kreyl gefunden, daß der Nordpol der Magnetnadel ein Bestreben äußere, sich von derjenigen Seite des Meridians, wo zur Zeit der Mond steht, wegzuwenden, daß ferner die Schwingungen längere Zeit erfordern, wenn der Mond in der Erdferne steht, und eine kürzere in der Erdnähe, und er schließt hieraus:

„Der Mond ist ein der magnetischen Kraft unterworfener Körper, und auf seiner der Erde zugewendeten Seite herrscht derjenige Magnetismus vor, der die magnetische Kraft der Erde verstärkt, und den Südpol unsrer Nadeln anzieht."

Jedoch auch dieser Einfluß, obwohl gewiß, ist ungemein schwach: die erwähnte Ablenkung der Nadel beträgt im Durchschnitt nur 7 Secunden (die durch Nordlichter veranlaßte kann 600 bis 800mal stärker sein), und die Verstärkung der Kraft in der Erdnähe beträgt noch nicht den tausendsten Theil der ganzen Kraft.

Eine erwärmende Kraft des Mondstrahls haben auch selbst die sorgfältigsten Untersuchungen Mitscherlich's u. A. nicht entdecken können: wäre sie nur $\frac{1}{100}$ Grad, so hätte sie sich verrathen müssen.

Die chemische Wirkung des Mondlichts ist dagegen nicht gänzlich Null: es ist Arago und neuerdings Daguerre gelungen, durch Einwirkung des Mondscheins auf Chlorsilber einen bleibenden weißen Fleck von der Form des Mondes zu erzeugen.

Was aber endlich die Steine betrifft, die nach Benzenberg's etwas gewagten Behauptungen aus dem Monde — und zwar von dessen Vulkanen ausgeworfen — zu uns gelangen sollten, so stehen dieser Annahme zu viele Gründe entgegen, als daß sie für wahrscheinlich gelten könnte. Die Beobachtungen zeigen uns

nicht allein keine Vulkane (§. 48.), sondern sie lehren auch, daß fast alle Bedingungen der Erdvulkane dort fehlen (§§. 46, 47.). Gleichwohl müßte ein Vulkan, der im Stande wäre einen Stein Tausende von Meilen hoch (6000 Meilen nach der mäßigsten Rechnung) zu werfen, da sie nicht früher in die Sphäre gelangen können, wo die Erdanziehung die Mondanziehung überwiegt, eine ungeheure Kraft haben, und seine gewaltigen Ausbrüche könnten uns nicht verborgen bleiben. Diese Meteorsteine sind, wenn nicht in unsrer eignen Atmosphäre, irgendwo im freien Weltraume, nicht aber auf dem Monde zu Hause.

So vereinigt sich Alles, was wir über diese noch sehr räthselhaften Gegenstände wissen, dahin: daß es zwar sehr mannigfaltige Wechselbeziehungen zwischen Erde und Mond gebe, daß aber keine einzige derselben von Erheblichkeit sei, und daß wir namentlich die Hauptursachen aller derjenigen Veränderungen, die in unsrer Atmosphäre vorgehen, durchaus nicht im Monde, sondern wahrscheinlich viel näher zu suchen haben. —

14. Beim Anblick der von unserer Erde so sehr verschiedenen Mondoberfläche frägt man natürlich, durch welche Naturkräfte dies entstanden, ob es von jeher so gewesen, oder wie es sich nach und nach ausgebildet habe? Wir vermögen diese und ähnliche interessante Fragen nur unvollkommen und hypothetisch aufzulösen: eine Selenogenie darf nicht hoffen, an Bündigkeit ihrer Sätze die Geologie zu erreichen, oder gar zu übertreffen.

Nehmen wir mit Laplace an, daß die Weltkörper unsers Sonnensystems, und die Sonne selbst, aus einem Zustande der Zerstreuung und nebelartigen Dünnheit, in welchem sie den ganzen, jetzt wirklich oder scheinbar leeren Raum anfüllten, in ihren jetzigen Zustand der Consistenz und zu bestimmten Formen durch allmählige Verdichtung gelangt sind, welche als Folge der Erkaltung gedacht werden muß, so ist begreiflich, daß diese Verdichtung, namentlich bei kleinern Weltkörpern, nicht im Centro zunächst, sondern mehr in den äußern, die nachherige Oberfläche bildenden Theilen begonnen haben, und von Außen nach Innen, nicht umgekehrt, vorgeschritten sein muß. Indem solchergestalt

der Umfang des Ganzen sich fortwährend verminderte, wurden die innern Theile, sobald die Oberfläche einigermaßen einen consistenten Zustand gewonnen hatte, gewaltsam zusammengepreßt, und mußten, da sie jetzt nicht mehr ungehemmt entweichen konnten, durch ihren Widerstand Eruptionen veranlassen, wobei man gar nicht nothwendig hat, an Feuerausbrüche zu denken. Die frühesten dieser Eruptionen waren auch die dem Umfange nach größten, da das Ganze noch zu wenig locale Besonderheiten darbot, und überhaupt alle Naturrevolutionen im größeren Style vor sich gehen und von desto kolossaleren Kräften bewegt werden, je früher die Epoche ist. So entstanden die größten und ursprünglich auch wohl tiefsten Wallebenen und Ringgebirge. Als in spätern Perioden die Ausbrüche nicht mehr vom Centro des Ganzen aus, sondern mehr von einzelnen, der Oberfläche näher gelegenen Punkten sich erzeugten, wurden auch ihre Wirkungssphären immer enger, so daß sich zuletzt Alles auf die Bildung kleiner Krater beschränkte. Dazu kam, daß die Oberfläche selbst inzwischen an Festigkeit gewonnen hatte, was eben so sehr eine größere Concentration der Kraft bedingte. Diese mußte sich endlich begnügen, anstatt durchzubrechen, nur die Oberfläche emporzuheben, und auch dies größtentheils nur da, wo die relative Lockerheit des Bodens dieses begünstigte, also da, wo früher schon ein Ausbruch erfolgt und dadurch die fortschreitende Verdichtung gewaltsam unterbrochen war. Daher die Centralberge.

15. Nur ungern berühre ich eine zweite Frage, die über die Bewohner des Mondes. Nicht als ob ich die hohe Wichtigkeit des Gegenstandes verkennen oder die absolute Unmöglichkeit einer Beantwortung für alle künftige Zeiten behaupten wollte, sondern weil sie leider durch die leichtsinnige Art, mit der sie bisher meistens behandelt worden, bei Allen, die es mit wahrer Wissenschaftlichkeit ernstlich meinen, in Mißkredit gekommen ist. Ich habe nichts Gewisses über sie erforscht, so wenig als Andere vor mir; kann keine Hoffnung hegen, daß es der Nachwelt gelingen werde, und kann ungewissen und aller Wahrscheinlichkeit entbehrenden Vermuthungen eine Stelle einzuräumen mich nicht entschließen.

— Daß alles Erschaffene zu weisen und edlen Zwecken geschaffen sei, ist ein Gedanke, dessen Nothwendigkeit sich unserm Geiste aufdringt. Da ferner das Lebendige höhere und edlere Zwecke erfüllt als das Leblose, so haben wir überall, wo lebende Geschöpfe möglich sind, diese auch als wirklich anzunehmen. Alles, was im Vorstehenden über den Mond gesagt ist, beweist nun allerdings, daß weder wir selbst, noch irgend ein Geschöpf unsers Erdkörpers dort existiren können, aber es hebt keinesweges die Möglichkeit aller und jeder Lebensformen für den Mond auf, und so werden allerdings lebende Wesen jene Gefilde bewohnen. Aber Vieles von dem, was für uns unabweisbares Bedürfniß ist, ist für sie nicht vorhanden: und auf der anderen Seite mag Manches, das wir mit keinem Namen belegen, den Mondbewohnern unentbehrlich sein. Ihre Sehorgane müssen für stärkeres Licht eingerichtet sein und größere Contraste desselben ohne Nachtheil ertragen können. Ihre Bewegungen können eben so wenig den unsrigen entsprechen: es scheint, daß sie, mit den unsrigen verglichen, ungleich leichter als diese sein müssen. Wie ihre Tage und Nächte beschaffen seien, welchen Anblick ihnen das Firmament gewähre u. dergl. ist bereits §§. 20 bis 24. ausführlicher angegeben worden; allein dies Alles reicht nicht hin, uns von ihrer Gestalt, Größe, Lebensweise u. dergl. auch nur den allgemeinsten Begriff zu bilden, der mehr als ein Phantasiegebilde wäre, und es wird eben so unmöglich bleiben, sie zu sehen, als zu ihnen zu gelangen; ja selbst die Idee, mit ihnen zu correspondiren (obgleich der hochverdiente Brandes in dieser Beziehung einige nicht ganz chimärische Vorschläge gethan hat), dürfte doch wohl eben so wenig jemals zu realisiren sein. Ob wir sie einst, bei größerer Vervollkommnung der optischen Hülfsmittel, in ihren Werken erkennen werden? An Werke, die mit den unsrigen Aehnlichkeit hätten, ist wohl nicht zu denken (§. 45.), und so wird es stets eine mißliche Sache bleiben, das was uns die Fernröhre in dieser Beziehung vielleicht zeigen dürften, richtig zu deuten.

So betrachtet, gestalten sich unsre Zukunfthoffnungen in Bezug auf nähere Kenntniß der Seleniten äußerst dürftig, und der

ungeduldigen Phantasie gar mancher Erdbewohner wenig entsprechend; allein der wahre Zweck unsrer Himmelsforschungen ist auch keinesweges darin zu suchen. Insbesondere sind in Betreff des Mondes noch ganz andre, und in der That wichtigere Fragen zu beantworten. Wie war er ursprünglich beschaffen? Welchen Gang hat seine Ausbildung genommen? Waren seine Rotationsbewegungen stets so, wie sie jetzt sind, oder nicht? Wie harmonirten diese Bewegungen mit der Lage und Größe seiner Axen? In welchen Beziehungen läßt sich ein Einfluß des Mondes auf die Erde darthun, und welche Gesetze finden rücksichtlich dieser Einflüsse statt? Dies sind nur einige der Punkte, worüber wir mit Wahrscheinlichkeit Einiges von der Zukunft erwarten dürfen; sie werden uns, richtig behandelt, mehr und bessere Aufschlüsse über den Mond und seine Beziehungen zur Erde verschaffen, als es selbst ein leibhaftiger Selenit vermöchte, wenn wir seiner habhaft werden könnten.

---

10. Von den Kometen.

Außer den 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten gehört noch ein sehr großes Heer von Kometen zu unsrem Sonnensystem. Kennt man ihre Anzahl nicht, so weiß man doch, daß sie sehr groß ist. Innerhalb der Mercurbahn hat man 20, innerhalb der Venusbahn 70 Kometen beobachtet, die daselbst in den Punkt ihrer Sonnennähe (in's Perihel) traten. Wie viele mögen unbeachtet vorbeigegangen sein, entweder weil sie ihre Sonnennähe in der Nähe des Südpols erreichten, oder weil zu der Zeit trübe Witterung herrschte, oder weil sie in der Nähe der Sonne standen! Ohne Zweifel ist ihre Anzahl ungeheuer groß. Sie sind das eigentliche Volk des Sonnensystems, die Planeten die Großwürdenträger, welche den Herrscher ihrer Welt nahe umstehen:

„umstanden geschäftig den Herrscher der Welt,
Die Würde des Amtes zu üben."

Die Bahnen der Kometen liegen nicht in der Ebene der Ekliptik oder in ihrer Nähe. Solcher giebt es auch, andre aber

durchschneiden die Ekliptik unter allen Winkeln, drehen sich auch nicht, wie sämmtliche Planeten, von Westen gegen Osten um die Sonne, sondern gehen in den verschiedensten Richtungen. Für sie giebt es in dieser Hinsicht keine Regel.

An ihnen, wenigstens den meisten, größten, bemerkt man drei Theile: den Kern, die Nebelhülle, den Schweif.

Der Kern ist gewöhnlich klein, hat ein helleres, wenn auch, mit dem Planetenlichte verglichen, trübes Licht; manche Kometen hatten keinen Kern, nur Dunsthülle. Der Kern ist meist gar nicht scharf begränzt.

Die Nebelhülle scheint der wesentlichste Theil der Kometen zu sein; denn noch keinen sah man ohne sie, wohl aber welche ohne Schweif, wie ohne Kern.

Sie umgiebt den Kern in einer kugelförmigen Gestalt, die sich mit der einen Seite verlängert und dadurch den Schweif bildet. Zwischen dem Kern und der Nebelhülle ist gewöhnlich ein dunklerer Zwischenraum. Durch die Nebelhülle sieht man die Fixsterne, fast ungeschwächt. Manche Kometen hatten mehrere Nebelhüllen. Nach Herschel bilden sie die Atmosphäre der Kometen, erzeugt durch die Sonnenstrahlen in der Sonnennähe der Kometen.

Der Schweif liegt meist auf der der Sonne abgewandten Seite des Himmels, in der Regel gebogen, mit der erhabenen (convexen) Seite nach der Himmelsgegend gerichtet, wohin der Komet geht. Manche sind mit mehreren Schweifen erschienen. Sie scheinen erst mit der Annäherung zur Sonne zu entstehen, mit derselben zuzunehmen, mit der Entfernung von der Sonne abzunehmen, endlich wieder zu verschwinden. Manche Schweife hatten eine solche Länge, daß sie mehr als den vierten oder dritten Theil des scheinbaren Himmels durchzogen. Die meisten sind nur durch Fernröhre sichtbar (teleskopische Kometen).

Der größte, bis jetzt in dem laufenden Jahrhundert erschienene, war der im Jahre 1811. Sein Kopf hatte einen Durchmesser von wenigstens 140000 Meilen, und sein Schweif überragte die Entfernung der Erde von der Sonne weit.

Ob sie ihr Licht von der Sonne erhalten oder eignes Licht haben, ist noch nicht ausgemacht. Ihre ganze Masse scheint aus Dunst zu bestehen; die Theile des Schweifes sind gewiß so fein, daß die Erde, wie es gewiß schon oft der Fall gewesen ist, sich in einem solchen Schweife befinden könnte, ohne daß es merkbar würde. Auf die Bahnen der Planeten, in deren Nähe sie kommen, scheinen sie gar keinen Einfluß zu haben.

Die Bahnen, welche die Kometen um die Sonne beschreiben, sind krummlinig (Curven); ob sich alle in Ellipsen bewegen, ist ungewiß. Möglich, daß manche in Parabeln oder Hyperbeln sich bewegen und zur Sonne nicht zurückkehren. Die Ellipsen, in welchen sie laufen, sind in der Regel sehr länglich (sehr excentrisch), und ihre Umlaufszeiten höchst verschieden, von einigen Jahren an bis zu Jahrtausenden. Wir sehen die, welche wir sehen, nur in einem kleinen Theile ihrer Bahn, in dem der Punkt der Sonnennähe liegt. Hier hat die Ellipse die größte Krümmung. Ein kleiner Fehler in der Beobachtung giebt daher eine ganz verschiedene Ellipse. Daher stimmen die Angaben der Astronomen in Betreff der Umlaufszeit eines Kometen oft nicht mit einander überein.

Bis jetzt kennt man nur von vieren die Umlaufszeit:

Der Komet des Astronomen Halley hat eine Umlaufszeit
von 76 Jahren;
— — — — Olbers — 74 —
— — — — Enke — $3\frac{1}{4}$ —
— — — — Biela — $6\frac{3}{4}$ —

Diese vier wandeln unter den Planeten herum, gehören also recht eigentlich zu unserm Sonnensystem. Fig. 32. veranschaulicht die Lage ihrer Bahnen. Der Halley'sche Komet, der zuletzt 1835, nur kleiner und schwächer, als man ihn erwartet hatte, erschien, ist der erste gewesen, dessen Umlaufszeit man zu bestimmen das Glück gehabt hat.

Da die Kometen durch die bekannten Centralkräfte, die Anziehungskraft der Sonne und das Beharrungsvermögen, regiert werden, überhaupt den Kepler'schen Gesetzen unterworfen sind,

so kann man (nach dem dritten) aus der Umlaufszeit eines Kometen die (mittlere) Entfernung berechnen. Die große Achse der Bahn des Halley'schen Kometen verhält sich zur kleinen beinahe wie 2:1, jene beträgt 750 Millionen Meilen, diese beinahe 400. In seiner Sonnennähe ist er nur 12 Millionen Meilen, dagegen in der Sonnenferne doppelt so weit als Uranus von der Sonne entfernt. Seine Bewegung geschieht von Ost gegen West, also gegen die Ordnung der Zeichen des Thierkreises, mit dem seine Bahn nicht zusammenfällt. In seiner Sonnennähe bewegt er sich 4mal so schnell als die Erde, er verweilt daher nur $2\frac{1}{2}$ Monate innerhalb der Erdbahn; in der Sonnenferne ist seine Geschwindigkeit nur $\frac{1}{13}$ der Geschwindigkeit der Erde.

Von diesen 4 Kometen können der Biela'sche und der Enke'sche einmal der Erde sehr nahe kommen, nämlich dann, wenn die Erde sich gerade in der Nähe eines Knotens ihrer Bahn mit den Bahnen dieser Kometen befindet. Auch können sie unter einander zusammentreffen. Ob diese mögliche, aber, weil die Bahnen der Kometen nicht in derselben Ebene liegen und von der Ekliptik sehr abweichen, unwahrscheinliche Annäherung ein wirkliches Zusammentreffen und für die einen oder andern von bedeutenden, vielleicht gefährlichen Folgen begleitet sein würde, wissen wir nicht. Wegen der nebelartigen Natur der Kometen ist es nicht wahrscheinlich. Die ganze Natur ist mit allen ihren Geschöpfen und Wesen in der Hand Gottes; ohne seinen Willen kann nichts geschehen, und was geschieht, ist — gut. Die abergläubische Furcht vor den Kometen ist längst verschwunden. Alles ist — Gottes.

11. Von den Fixsternen.

1. Die Fixsterne, so genannt, weil sie ihre gegenseitige Stellung im Wesentlichen nicht ändern (ehemals glaubte man auch, daß sie immer an demselben absoluten Orte des Weltraums beharrten), glänzen in sehr verschiedenem Lichte, stärker und schwächer, meist in weißem Lichte, doch mit mancherlei Färbungen. Durch Fernröhre gesehen, erscheinen sie alle als untheilbare Punkte,

ohne allen Durchmesser (und ohne ausfahrende Strahlen). Von wirklicher Größe kann man daher gar nicht sprechen, wohl davon reden, aber sie nicht bestimmen; man kennt sie nicht: nur von scheinbarer Größe ist die Rede. Je nach der Lichtstärke theilt man sie nun in Sterne von erster, zweiter u. s. w. bis zehnter, oder in den stärksten Teleskopen gar sechszehnter Größe. Bei einiger Uebung lernt man mit bloßen Augen die Sterne erster bis sechster Größe unterscheiden.

2. Die Zahl der mit bloßem Auge unterscheidbaren Sterne mag etwa 5000 betragen. Von ihnen gehören zur ersten Klasse 14, zur zweiten 70, zur dritten 300; dann steigt die Zahl bedeutend.

In guten Fernröhren sieht man aber unendlich mehr Sterne, wenigstens 70000. Wo man mit unbewaffnetem Auge nur einen oder einige sieht, sieht man in Fernröhren viele. Viele bloße Lichtschimmer lösen sich in Sternhaufen auf, hinter welchen man meist wieder Lichtschimmer bemerkt, die sich in noch besseren Fernröhren abermals in Sternhaufen auflösen, jenseits welcher abermals Lichtschimmer gesehen werden. Herschel (der ältere) sah einst durch sein Riesenteleskop in weniger als einer Stunde 250000 Sterne durch das (verhältnißmäßig kleine) Gesichtsfeld hindurchgehen. Kurz die Zahl der Sterne ist unendlich groß.

„Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper,
Und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnten, da wallen Wesen."

3. Daß die Sterne nicht gleichmäßig an der Oberfläche des Himmels vertheilt erscheinen, weiß Jedermann; hier scheinen sie dünner, dort dichter zu stehen. Vorzüglich drängen sie sich in einem lichten Streifen zusammen, den man Milchstraße genannt hat. Er zieht sich in verschiedener Breite als ein größter Kreis durch das ganze Himmelsgewölbe hindurch. Für Herschel lösete sich der Schimmer, den wir mit bloßem Auge erblicken, in Sternhaufen auf, und er hat es wahrscheinlich gemacht, daß sie zusammen die Gestalt einer Linse haben, in deren Ebene auch die Erde mit dem Sonnensystem sich befindet, so daß wir die

Sterne

Sterne in der Richtung der Kante der Linse sehen. Vielleicht gehören alle andern Fixsterne auch noch zu diesem linsenförmigen Milchstraßen-System, das von der Seite (nicht in der Richtung der Linse) angesehen, weniger, dünner vertheilte Sterne zeigt.

4. Solcher Milchstraßen-Systeme scheint es mehrere zu geben. Mit bloßem Auge bemerkt man in sternhellen Nächten kleine Lichtwölkchen, Nebelflecke genannt. Herschel sah, daß einige aus Sternmassen bestehen. Die ungeheure Entfernung macht, daß sie zusammen nur den Eindruck eines Schimmers auf das Auge machen. Unsre Entfernung von ihnen wird zu groß sein, als daß sie sich in einzelne Lichtpunkte auflösen könnten. Die Zahl der Sterne ist also in der That unendlich groß, d. h. sie übertrifft Alles, was wir angeben könnten. Wir sprechen daher nicht von Millionen, Billionen, Trillionen, sondern von unzähligen Sternen.

5. Und ihre Entfernung? Wer könnte sie angeben, wer sie sich vorstellen? Der nächste, der Stern 61 im Schwan, ist wenigstens 12 Billionen Meilen von uns entfernt, eine Entfernung, welche von dem Lichtstrahl, der in einem Tage mehr als $3\frac{1}{2}$ Millionen Meilen durchschießt, in 12 Jahren zurückgelegt werden würde. Wir nennen diese Entfernung eine Sternweite. Denn unsre gewöhnlichen Maaßstäbe reichen zur Bestimmung solcher Entfernungen nicht aus. Auf Erden messen wir mit Fuß und Meilen. In dem Sonnensystem gebrauchen wir Sonnenfernen (Erdweiten, 20 Millionen Meilen), in dem Fixsternsystem Sternweiten. Herschel hat berechnet, daß die kleinsten, ihm sichtbaren Sterne wenigstens 40000 Sternweiten entfernt seien.

„Kühne Seglerin, Phantasie,
Wirf ein muthloses Anker hie!"

Wo ist die Gränze des Weltraums? Nirgends. Giebt es einen letzten Stern? Was ist die Erde, unsre liebe Erde, gegen das Universum? Was ist das Wissen eines Menschen gegen das Wissen der Menschheit, und was ist deren Wissen gegen das, was Niemand weiß? Was ist der Mensch gegen den Schöpfer?

6. Von ganz besondrer Merkwürdigkeit sind die sogenannten

Doppelsterne, d. h. je 2 Sterne, die sehr nahe zusammenstehen, so daß man mit bloßem Auge oft nur einen sieht. Zwei Sterne, die fast in derselben geraden Linie stehen, können, auch wenn ihre Entfernung von einander sehr groß ist, nämlich so groß, daß sie nicht unmittelbar zusammengehören, einen sogenannten Doppelstern bilden. Es ist dann ein Schein, sie bilden einen optischen Doppelstern. Aber sie können auch wirklich (verhältnißmäßig nahe) beisammen stehen, zusammengehören; alsdann bilden sie einen physischen Doppelstern. Und deren Zahl ist in der That groß. Im Ganzen kennt man schon wenigstens 6000 Doppelsterne. Die physischen Doppelsterne, von denen der eine gewöhnlich bedeutend schwächer erscheint, als der andre, erkennt man daran, daß sich der kleinere um den größeren, oder genauer, daß sich beide um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ihres Systems herumbewegen. Davon wußte man in früheren Jahrhunderten nichts; jetzt weiß man es genau. Die Nachwelt wird es noch besser wissen. Ja man weiß schon, daß auch andere Sterne eine eigenthümliche Bewegung haben. Die Bedeutung des Namens Fixstern hat sich also sehr geändert. Wohin die Fortbewegung derselben im Weltraume gerichtet ist, ist noch unbekannt. Ein Jahrhundert ist für die Erdbewohner ein langer Zeitraum, für die Bewegung der Fixsterne ein sehr kurzer. „Vor ihm sind tausend Jahre wie eine Nachtwache.“

Daß die Zustände auf unsrer Erde oder in unserm Sonnensystem nicht überall hinpassen, ist leicht begreiflich. Die Natur liebt die Mannigfaltigkeit. Die bereits vermuthete Geschwindigkeit eines von zwei Sternen, die einen Doppelstern bilden (es giebt auch drei-, vier- und mehrfache), scheint 10000 mal so groß als die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn. (Dieser Doppelstern steht in der Jungfrau.) Aber ein Gesetz, das Newtonsche der allgemeinen Schwere, scheint in dem ganzen Weltall zu herrschen. Wahrscheinlich ist es demnach das allgemeine Gesetz der Natur. „Um Erden kreisen Monde, um Sonnen Erden, Sonnen um andre Sonnen.“ — — — Alle hält die eine Kraft, die wir, ohne ihr inneres Wesen weiter zu kennen, Anziehungs-

kraft nennen, in ihren Bahnen. Ob sich um die übrigen Sonnen des Himmels auch Planeten, dunkle Körper, drehen, wissen wir nicht. Nichtwissen und Irren — sind Eigenthümlichkeiten des Menschen.

7. Schon die ältesten Völker beschäftigten sich mit den Sternen, und ihre Phantasie vereinigte sie in einzelne Gruppen, **Sternbilder** genannt. Man sah Gestalten in ihnen und gab ihnen danach die Namen. Der Alexandrinische Astronom **Ptolomäus** zählt ihrer 48 auf:

1) die 12 Sternbilder, die den Thierkreis bilden;

2) 21 nördlich vom Thierkreis:

13. die Cassiopeia,
14. die Andromeda,
15. der Cepheus,
16. der Perseus,
17. der Adler,
18. der große Bär,
19. der kleine Bär,
20. der Bootes,
21. der Ophiuchus,
22. die Schlange,
23. der Herkules.
24. der Drache,
25. die Leyer,
26. der Pfeil,
27. der Schwan,
28. der Delphin,
29. das kleine Pferd,
30. der Pegasus,
31. die nördliche Krone,
32. der nördliche Triangel,
33. der Fuhrmann.

3) 15 südlich vom Thierkreis:

34. der Orion,
35. der große Hund,
36. der kleine Hund,
37. der Haase,
38. der Eridanfluß,
39. der Wallfisch,
40. das Schiff,
41. die Wasserschlange.
42. der Becher,
43. der Rabe,
44. der Centaur,
45. der Wolf,
46. der Altar,
47. die südliche Krone,
48. der südliche Fisch.

Außerdem kannten die Alten noch:

49. den Antinous,
50. das Haar der Berenice,

51. die Plejaden oder die Glucke,
52. die Hyaden oder das Regengestirn.

In den letzten Jahrhunderten hat man noch 57 andre unterschieden, die theils nördlich, theils südlich vom Himmelsäquator stehen. Die von Nr. 53 bis 90 incl. sind in unsern Gegenden sichtbar, die andern stehen zu südlich, um bei uns gesehen zu werden:

53. das Rennthier,
54. der Erntehüter,
55. das Eichhorn,
56. der kleine Löwe,
57. der Luchs,
58. der Camelopard,
59. der polnische Stier,
60. die Jagdhunde,
61. das Herz Carl's II.,
62. die Eidechse,
63. der kleine Triangel,
64. die Fliege,
65. die Friedrichsehre,
66. das Brandenb. Scepter,
67. die Georgsharfe,
68. der Mauerquadrant,
69. das Herschelsche Teleskop,
70. die Taube,
71. der Vogel Einsiedler,
72. der Luftballon,
73. das Mikroskop,
74. die Buchdruckerwerkstatt,
75. der Grabstichel,
76. die Staffelei,
77. die Katze,
78. der chemische Apparat,
79. die Elektrisirmaschine,
80. die Bildhauerwerkstatt,
81. der Schiffscompaß,
82. der Teleskop,
83. der Sextant,
84. der Fuchs mit der Gans,
85. der Delphin,
86. der Sobieski'sche Schild,
87. der Cerberus,
88. das Lineal,
89. der Berg Mänalaus,
90. die Luftpumpe,
91. der Indianer,
92. der Kranich,
93. der Phönix,
94. der fliegende Fisch,
95. der südliche Triangel,
96. der Paradiesvogel,
97. der Schwertfisch,
98. das Chamäleon,
99. die Pendeluhr,
100. das Kreuz,
101. der Cirkel,
102. der Tafelberg,
103. der Pfau,
104. die amerikanische Gans,
105. die große und kleine Wolke,
106. das rhomboidische Netz,
107. die Eiche Carl's II.,
108. der Seeoctant,
109. die Biene.

Wer sie kennen lernen will, muß sich dieselben entweder zeigen lassen, oder sich einer Sternkarte, noch besser eines Himmelsglobus bedienen. Natürlich werden in Sommernächten zum Theil andre am Himmel gesehen, als in Winternächten. Dieser Umstand erschwert die Kenntniß derselben.

Den 18 Fixsternen erster Größe hat man besondre Namen gegeben: Sirius im großen, Prokyon im kleinen Hund, Kapella im Fuhrmann, Rigel und Beteigeuze im Orion, Wega in der Leyer, Aldebaran im Stier, Regulus und Denebola im großen Löwen, Kastor in den Zwillingen, Spica in der Jungfrau, Arkturus im Bootes, Antares im Scorpion, Athair im Adler, Fomahand im südlichen Fisch, Alphard in der Wasserschlange, Akarnar im Eridanus, Kanopus im Schiffe *).

Von diesen werden die beiden letzten uns in unsern nördlichen Gegenden nicht sichtbar. In den Abendstunden des Monats Februar glänzen ihrer 13 zugleich am Himmel.

Manche Fixsterne gehören zu den sogenannten veränderlichen Sternen. Der helle Stern Algol im Medusenhaupte erscheint innerhalb dreier Tage als Stern zweiter und vierter Größe, und der Stern Mira im Wallfisch wechselt in einem Zeitraume von 332 Tagen sein Licht so, daß er nach und nach als Stern erster bis zehnter Größe erscheint, folglich fast verschwindet. So verlor ein Stern, den Kepler beobachtete, und der im Jahre 1600 als Stern dritter Größe erschien, nach und nach sein Licht, so daß er 1621 unsichtbar wurde. Erst 1665 fand man ihn als Stern sechster Größe wieder, welche er jetzt noch hat. Athair im Adler war zu Ptolomäus Zeiten ein Stern dritter Größe, jetzt ist er ein Stern der ersten.

Manchmal erscheinen auch ganz neue Sterne, um nachher wieder zu verschwinden. Der sogenannte Stern des Tycho erschien

---

*) Ueber den gestirnten Himmel sind 2 große Wandkarten erschienen: „Wandkarte des gestirnten Himmels von v. Kornatzki, Breslau bei Hentze; die nördliche und südliche Hemisphäre." 2 Rthlr.

1572 in der Cassiopeia, übertraf an Glanz alle Sterne des Himmels, so daß man ihn bei Tage sah, und verschwand nach 2 Jahren wieder. Der Stern Kepler's wurde von ihm 1604 im Ophiuchus entdeckt, er glänzte als Stern dritter Größe und verschwand 1605 wieder. —

Wir schließen diese Bemerkungen mit den Worten eines Sternkundigen der Gegenwart (Littrow, die Wunder des Himmels, Band II., S. 395.):

„Wir haben den Himmel und seine Wunder und in ihnen den Abglanz der unendlichen Allmacht des Schöpfers in seinen Werken gesehen. Aber vermessen wir uns nicht, diese Werke auch schon nach ihrer ganzen Größe erkannt zu haben. Was wir sahen, so groß es auch erscheinen mag, ist doch vielleicht nur ein sehr kleiner Theil von dem, was noch keinem menschlichen Auge erreichbar war; ist nur der Vorhof des unendlichen Tempels der Natur, den noch kein Sterblicher, auch nicht mit den höchsten Mitteln der Kunst und Wissenschaft, durchdrungen hat, oder je durchdringen wird. Wer mag uns sagen, wie viele Welten noch jenseits von denen stehen, die wir, selbst durch unsere stärksten Teleskope, nur mehr als schwache, dämmernde Wolken erblicken? Es ist möglich, es ist sogar wahrscheinlich, daß wir die größten Himmelskörper noch gar nicht kennen, weil sie, wegen ihrer ungeheuren Masse, das Licht nicht mehr von ihrer Oberfläche ausströmen lassen. Vielleicht braucht dieses Licht, seiner entsetzlichen Geschwindigkeit ungeachtet, Jahrtausende, um von andern Gestirnen bis zu uns zu kommen; und vielleicht konnte es von vielen derselben seit der Zeit, die unsere Erde steht, noch nicht bis zu uns gelangen. Wer weiß es, ob auch nur zu Alexander's oder zu Moses' Zeiten dort oben Alles so gewesen ist, wie wir jetzt es sehen, oder ob, nach andern Jahrtausenden, der ganze Himmel sich mit neuen Sonnen überziehen wird, die schon längst da sind, aber noch nicht Zeit genug gehabt haben, uns ihr Licht zuzuschicken, so wie vielleicht andere Systeme eben so lange schon erloschen und in ihr Nichts zurückgekehrt sind, obgleich wir sie noch immer am Himmel glänzen sehen, bis endlich auch der letzte

Strahl, den sie ausgesendet haben, zu uns gelangt. So sehen wir, wohin wir unsere Blicke wenden, Himmelskörper ohne Zahl, und selbst in jenen Fernen, wohin unsere Fernröhre nicht mehr dringen, selbst dort, wo alles Licht erlischt, wo auch das schärfste Auge nichts als Nacht erblicken würde — auch diese Räume sind höchst wahrscheinlich wieder von neuen Welten, von neuen Zeugen der Allmacht ihres Schöpfers erfüllt."

VII. Von der Zeit und dem Kalender.

---

1. Die Zeit, welche verschwindet von dem Durchgange eines Fixsterns durch den Meridian eines Ortes bis zum nächsten Durchgang desselben Sterns, nennt man einen Tag, einen Sterntag. In dieser Zeit hat sich die Erde einmal um ihre Achse gedreht. Theilt man diesen Tag in 24 gleiche Theile, so heißt jeder Theil eine Stunde, der 60ste Theil einer Stunde eine Minute, der 60ste Theil einer Minute eine Secunde, Alles Sternzeit.

Denkt man sich den Meridian eines Ortes fest, so bewegen sich in 24 Stunden alle 360 Grade des Aequators und des Parallelkreises, auf welchem der Ort liegt, in 24 Stunden Sternzeit durch den Meridian, in einer Stunde also $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$; folglich 1° in 4 Minuten.

2. Mit der Sternzeit stimmt die Sonnenzeit nicht überein. Da sich nämlich die Erde nicht bloß von West gegen Ost um die Achse, sondern auch in derselben Richtung um die Sonne dreht, so ist die Zeit zwischen einem Durchgang der Sonne durch den Meridian eines Ortes und dem nächstfolgenden Durchgang, d. h. ein wahrer Sonnentag, etwas länger als ein Sterntag.

3. Die Erde bewegt sich aber nicht gleichmäßig in ihrer el-

liptischen Bahn um die Sonne, in der Sonnennähe schneller als in der Sonnenferne, und die Ekliptik hat eine schiefe Lage gegen den Aequator. Beide Umstände zusammen bewirken es, daß die Sonnentage nicht einander gleich sind. Ganz regelmäßig gehende Uhren stimmen daher mit dem Laufe der Sonne nicht überein, und sie müßten jeden Mittag anders gestellt werden, wenn sie die wahre Zeit zeigen sollten. Um dem auszuweichen, denkt man sich eine mittlere Sonne, die in der Ebene des Aequators in gleicher Zeit mit der wahren Sonne, also in einem Jahre die Erde gleichförmig umkreiset *), und nennt die nach dem Durchgange dieser imaginären Sonne durch den Meridian eines Ortes bestimmte Zeit die mittlere Zeit. Danach richten wir uns in unsern bürgerlichen Geschäften, unsre Uhren werden nach mittlerer, nicht nach wahrer Zeit gestellt. Ein mittlerer Sonnentag ist um 3 Minuten 56 Secunden Sternzeit länger als ein Sterntag, also = 24 Stunden 3 Minuten 56 Secunden Sternzeit; und ein Sterntag = 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden mittlerer Zeit. 365 mittlere Sonnentage sind = 366 Sterntagen.

4. Unser bürgerlicher Tag fängt um 12 Uhr Mitternachts an. Die alten Griechen begannen ihn mit Sonnenuntergang, so wie noch jetzt die Muhamedaner und Juden.

5. Die nächst größere Einheit als der Tag ist die Woche, eine Reihe von 7 Tagen, in welcher Zeit ungefähr eine von den 4 Mondphasen eintritt. Wir Christen fangen die Woche mit dem Sonntage an. Die Wochentage haben ihre Namen von den Körpern, welche nach alter Meinung sich um die Erde drehten: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Mercur und Mond. Nach der Meinung der Sterndeuter (Astrologen) beherrschen sie in dieser Reihenfolge nach einander die Stunden des Tages; derjenige, welcher in der ersten Stunde eines Tages herrscht, ist der Hauptregent des Tages, und dieser bekommt nach ihm den

---

*) Wir können hierbei recht gut der scheinbaren Bewegungen uns bedienen.

Namen. Da man ehemals die Woche mit dem Sonnabend anfing, und Saturn als der äußerste Planet die erste Stunde dieses Tages beherrschte, so bekam der Sonnabend den Namen Saturnstag (dies Saturni ♄). Es herrscht also:

Saturn in der 1sten, 8ten, 15ten, 22sten Stunde des Sonnabends, in der 23sten Jupiter, in der 24sten Mars, in der 1sten des folgenden Tages also die Sonne, der demnach Sonntag heißt. Setzt man diese Berechnung fort, so findet man den Grund der alten Benennungen, die im Deutschen zum Theil Veränderungen erlitten haben.

6. Da die Mondphasen nach $29\frac{1}{2}$ Tagen wiederkehren, so machen 12 Monate $12 \cdot 29\frac{1}{2} = 354$ Tage, ein Mondjahr, das jetzt noch bei den Muhamedanern, deren Feldzeichen auch der Mond (Halbmond) ist, zu Grunde gelegt wird.

7. Wir rechnen nach Sonnenjahren oder Erdjahren, d. h. nach der Zeit des Umlaufs der Erde um die Sonne. Die Länge dieser Zeit wurde vor Julius Cäsar zu 365 Tagen angenommen, also um 5 Stunden 48 Minuten 48 Secunden zu kurz. Da dieses beinahe 6 Stunden oder $\frac{1}{4}$ Tag ausmacht (11 Minuten 12 Secunden weniger), so verordnete Julius Cäsar, daß auf je drei gemeine Jahre von 365 Tagen ein Schaltjahr von 366 Tagen folgen, und in einem solchen dem Monat Februar ein Tag zugelegt werden sollte, damit, der bürgerlichen Ordnung wegen, die Jahreszeiten stets mit denselben Monaten zusammenfielen. Den danach eingerichteten Kalender nennt man den Julianischen. Aber auch er stimmt nicht genau genug mit dem wirklichen Jahre überein. Denn da er 11 Minuten 12 Secunden zu viel einschaltet, welches in 300 Jahren etwa 3 Tage macht, und im Jahre 1582 nach Christi Geburt schon 10 Tage betrug, so daß der Frühlingsanfang nicht auf den 21sten, sondern auf den 11ten März fiel, so verordnete Papst Gregor XIII., daß man nach dem 4ten October dieses Jahres nicht den 5ten, sondern den 15ten October schreiben sollte, und daß in 400 Jahren 3 Schalttage ausgelassen werden sollten. Es sollte demnach jedes 4te Jahr ein Schaltjahr sein, mit Ausnahme der Säcularjahre 1700, 1800, 1900 und

so fort, deren Einheiten 17, 18, 19 sich nicht durch 4 ohne Rest theilen lassen. An einem ähnlichen Merkmale erkennt man die Schaltjahre. Geht die Division der Einheiten der beiden letzten Ziffern durch 4 auf, so ist das Jahr ein Schaltjahr; wo nicht, nicht. 1840, 1844, 1848 u. s. w. sind demnach Schaltjahre; die dazwischen liegenden nicht.

Den nach diesen Bestimmungen eingerichteten Kalender nennt man den Gregorianischen. Denselben haben nach und nach alle europäischen Nationen angenommen (die Protestanten widersetzten sich lange der Einführung dieser wirklichen Verbesserung, weil sie vom Papste ausging!), mit Ausnahme der Russen und Griechen, die noch den Julianischen Kalender haben. Der Unterschied beider betrug vor dem Jahre 1600 10 Tage, wurde in dem Jahre 1700 11, im Jahre 1800 12 Tage. Der Tag, der bei uns der 13. Januar ist, ist bei den Russen der 1. Januar, und das Frühlingsäquinoctium, das bei uns auf den 21. März fällt, fällt bei ihnen schon auf den 9. März. Die Russen rechnen nach dem alten, wir nach dem neuen Styl.

8. Die beweglichen christlichen Feste des Jahres richten sich nach dem Osterfeste. Nach der Bestimmung der Kirchenversammlung in Nicäa, 325 nach Christi Geburt, wird das Osterfest am ersten Sonntag nach dem ersten Vollmonde nach der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche gefeiert. Also erst Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, 21. März; dann Vollmond, der Ostervollmond genannt, der noch auf den 21. März fallen kann; dann den nächsten Sonntag Osterfest. Dasselbe kann also niemals vor dem 22. März eintreten; dieses ist die eine Gränze. Die äußerste ist der 25. April. Denn angenommen, unmittelbar vor dem Frühlingsäquinoctium, d. h. am 20. März, ist Vollmond gewesen, so tritt der nächste 29 Tage später ein, d. h. am 18. April. Wenn dieses ein Sonntag ist, so fällt der nächste Sonntag auf den 25. April. Der 22. März und der 25. April sind demnach die Ostergränzen; jener Tag ist der früheste, dieser der späteste Termin für das Osterfest.

9. Der 7te Sonntag vor Ostern ist der Fastnachtssonn-

tag, der erste Sonntag vor Ostern heißt Palmsonntag, die Woche zwischen ihm und dem Osterfest die stille Woche, der Donnerstag in derselben der grüne Donnerstag, der Freitag der Charfreitag; der 7te Sonntag nach Ostern ist Pfingsten, der erste Sonntag nach Pfingsten heißt Trinitatissonntag; die darauf folgenden heißen: der 1ste, 2te, 3te u. s. w. nach Trinitatis bis zum 4ten Sonntag vor Weihnachten, welcher der 1ste Adventssonntag heißt; zwischen ihm und Weihnachten liegen die 3 übrigen Adventssonntage. Mit dem 1sten Adventssonntage beginnt das Kirchenjahr.

10. In den Kalendern findet man außerdem gewöhnlich noch angemerkt: die Mondsphasen, wann Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letztes Viertel eintritt; die Knoten der Mondbahn; die Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne für bestimmte Orte, die Länge der Tage und Nächte; die Stellung der Sonne in den 12 himmlischen Zeichen und den Uebergang aus einem in das andre; den Anfang der 4 Jahreszeiten; die im Laufe des Jahres sich ereignenden Sonnen- und Mondsfinsternisse; den Lauf und die Stellung der Planeten am Himmel. Für die meisten dieser Angaben bedient man sich bestimmter Zeichen, die man sich merken muß, wenn man den Kalender verstehen will.

Anmerkung. Wer sich mit dem Kalenderwesen näher bekannt machen will, findet Alles in allgemein verständlicher Weise im: „Lehrbuch der Chronologie oder Zeitrechnung und Kalenderwesen u. s. w., von Th. Friedleben. Frankfurt a. M. bei Sauerländer, 1827.“

VIII. Von den Sternschnuppen.

Abends und Nachts sieht man am heiteren Himmel häufig plötzlich Lichtfunken entstehen, sich schnell fortbewegen und nach einer oder einigen Secunden wieder verschwinden. Man nennt

sie Sternschnuppen, Sternputzen, Sternschneuzen, und der gemeine Mann spricht von Sternschuß und Sternfall.

Ehemals handelte man von ihnen in der Physik in dem Kapitel: Lufterscheinungen; da sie aber, nach neuern Entdeckungen, weniger der Erdatmosphäre als dem Weltraume angehören, so muß auch in der Himmelskunde (Astronomie) von ihnen die Rede sein. Darum bringen wir von ihnen hier das Nothwendigste bei.

Bei genauer Beobachtung entdeckt man in der Erscheinung der Sternschnuppen Verschiedenheiten:

1. Die Lichtfunken sind bald größer, bald kleiner, zuweilen erscheinen sie als größere oder kleinere Kugeln mit sprühenden Funken oder ohne dieselben, meist lassen sie eine Lichtspur hinter sich zurück. Die großen mit Rauch und Flammen nennt man Feuerkugeln, von welchen man bisweilen welche bei Tage gesehen hat. Ihre Erscheinung ist mitunter mit dem Herabfallen von Steinmassen, die man Luftsteine, Meteormassen, Mondsteine genannt hat, verbunden gewesen.

2. Die Sternschnuppen erscheinen an allen Punkten des Himmels, sind an keine Stelle gebunden, in der Regel scheinen sie sich dem Horizonte zu nähern, zu fallen, doch manchmal auch zu steigen.

3. Sehr ungleich ist auch die Zeit ihrer Dauer. In der Regel sieht man sie nur eine oder wenige Secunden; die großen, namentlich die Feuerkugeln, werden auch längere Zeit gesehen und durchlaufen einen größeren Bogen. Manche hatten eine Geschwindigkeit von 3 bis 5 Meilen in einer Secunde. Unter dem Namen Sternschnuppen vereinigt man also verschiedene Phänomene. Die Meteormassen, welche zuweilen auf die Erde herabfallen, haben eine Schwere von einigen Lothen bis zu mehreren Centnern. Sie bestehen aus Stoffen, die man auch in andern Erdkörpern findet: Kieselerde, Talkerde, Eisen, Nickel u. s. w.; aber in dieser Verbindung kommen sie in der Erde nicht vor. Aeußerlich haben sie Aehnlichkeit mit Massen, welche die Wirkung des Feuers erfahren haben.

4. Besonders häufig erscheinen die Sternschnuppen in der

Nacht des 10. August und drum herum, und noch mehr in den Nächten vom 11. bis 13. November. Man spricht daher von einer August- und Novemberperiode.

Auf letztere hat zuerst Alexander von Humboldt vor 40 Jahren hingewiesen, aber erst seit etwa 10 Jahren ist man aufmerksamer darauf. Zur Zeit der genannten Perioden sieht man in hellen Nächten hunderte von Sternschnuppen, nicht bloß in Europa, sondern auch in Afrika (Cap der guten Hoffnung) und Amerika. Dieselben haben meist die Richtung von Norden nach Süden, scheinen aus derselben Gegend des Himmels zu kommen, im August in der Gegend zwischen den Sternbildern Pegasus und Andromeda, im November aus dem Sternbilde des Löwen; ihre Bewegungen scheinen parallel zu sein.

5. Die Entfernung der Sternschnuppen von der Erdoberfläche ist sehr schwer zu bestimmen. Benzenberg und Brandes haben es im Anfange dieses Jahrhunderts zuerst versucht. Jetzt weiß man, daß ihre Entfernung 3, 4, 5 u. s. w. bis 50 Meilen beträgt.

Das Bisherige ist ungefähr das, was man bis jetzt von den Sternschnuppen weiß. Sehr Vieles ist also noch an ihnen unbekannt, es sind räthselhafte Phänomene; aber man ist mit der Herausarbeitung des Näheren, besonders mit der genauen Erforschung ihrer eigentlichen Bahnen, beschäftigt.

Was hat man nun von ihnen zu halten?

Wir können die Meteormassen von den eigentlichen Sternschnuppen unterscheiden. Woher rühren jene, was sind diese? Die Meteormassen! Bilden sie sich in der Luft, sind es Luftsteine? Kommen sie aus dem Monde, sind es Mondsteine?

Das Erste ist nicht nur unwahrscheinlich, sondern unmöglich. Wir kennen die Höhe der Atmosphäre, höchstens 10 Meilen, mit schnell abnehmender Dichtigkeit; wir kennen gar keine Processe, welche im Stande wären, die feinen, in der Luft etwa aufgelösten Stoffe in einem Augenblick zu vereinigen und bis zu centnerschweren Massen zu verdichten; folglich, schließen wir, bilden sie sich nicht in der Luft.

Mondsteine! Dann müßte es auf dem Monde Kräfte geben, welche im Stande wären, Stücke des Mondkörpers über die Anziehungssphäre des Mondes hinaus, d. h. mehrere Tausend Meilen hoch, zu schleudern, und außerdem müßten sich die günstigsten Umstände vereinigen, wenn sie zur Erde herabkommen sollten. Von allem dem wissen wir nichts; aus dem aber, was wir wissen, müssen wir, wo nicht auf die absolute Unmöglichkeit, doch die gänzliche Unwahrscheinlichkeit dieses Ursprunges der Meteorsteine schließen, und der erste Kenner des Mondes, Professor Mädler, will davon nichts wissen.

Wenn sie daher nicht der Erde, nicht dem Monde angehören (weder tellurischen noch lunarischen Ursprunges sind), wo kommen sie denn her?

Antwort: Sie gehören dem Weltraume an (sind kosmischen Ursprunges), es sind kleine Körper, die sich frei im Weltraume bewegen, nicht willkürlich, sondern nach Gesetzen, wie Alles in der Natur, es sind vielleicht Rudera von der Schöpfung her (nach Humboldt), Weltspäne, die, wenn sie auf ihren noch unbekannten Wegen in die Erdnähe kommen, von ihr angezogen werden.

Diese Antwort hat zuerst der große Akustiker Chladni gegeben. Er stellte die denkbaren Möglichkeiten auf: eine erste, eine zweite, eine dritte (aus Erdvulkanen), eine vierte auf. Gute Gründe verwerfen Nr. 1, 2, 3; es blieb nur die vierte übrig: sie kommen aus dem Weltraume.

Diese Wahrheit hat man weiter entwickelt, besonders Professor Erman d. J. in Berlin. Die Perioden im August und November haben ihn mit andern Combinationen zu einer kühnen Hypothese geführt, deren erster Theil schon fester steht als der zweite.

Jener heißt: es mögen im Weltalle in allen Richtungen Sternschnuppen (d. h. kleine Massen in dem verschiedensten Aggregatzustande) herumirren (herumirren, weil wir die Gesetze ihrer Bewegung nicht kennen); aber es giebt 2 große Ströme von Sternschnuppen, d. h. Bahnen, in welchen nahe zusammen unzählige um den Centralkörper unsers Systems, d. h. um die Sonne,

herumlaufen. Diese zwei Ströme liegen nicht in der Ebene der Erdbahn, sondern schneiden dieselbe in zwei Punkten (Knoten). Im August kommt die Erde dem einen, im November dem andern nahe, die Erde wirkt mit ihrer Anziehungskraft auf die in der Nähe der Knoten befindlichen Sternschnuppen, diese entzünden sich und werden gesehen. Manche vereinigen sich mit der Erde, andre mögen in gestörten Bahnen ihren Lauf in dem Weltraume fortsetzen. Diese Ströme, namentlich der Novemberstrom, müssen eine große Breite haben; denn der Fall vieler Sternschnuppen wird in drei auf einander folgenden Nächten beobachtet, in drei Tagen aber legt die Erde einen Weg von etwa einer Million Meilen zurück.

Die Erde befindet sich im August und November auf der innern Seite der Sternschnuppenströme, d. h. sie ist näher bei der Sonne als die Sternschnuppen, diesen ist also der Theil der Erdoberfläche zugekehrt, welcher Nacht hat, und die Sternschnuppen können gesehen werden.

Zu andrer Zeit befindet sich die Erde auf der äußeren Seite der beiden Ströme, ihnen ist die Erdseite, welche Tag hat, zugekehrt, wir können dann zwar die Sternschnuppen nicht sehen, aber dennoch verkündet sich ihre Nähe. Dies ist der andre, kühnere Theil der Erman'schen Hypothese. Aber sie basirt auf einen bestimmten Grund, sie schwebt nicht ganz in der Luft, wenn auch die Thatsachen, noch weniger die Schlüsse daraus, schon über allen Zweifel erhaben sind.

Erman combinirt nämlich mit den Thatsachen im August und November Folgendes:

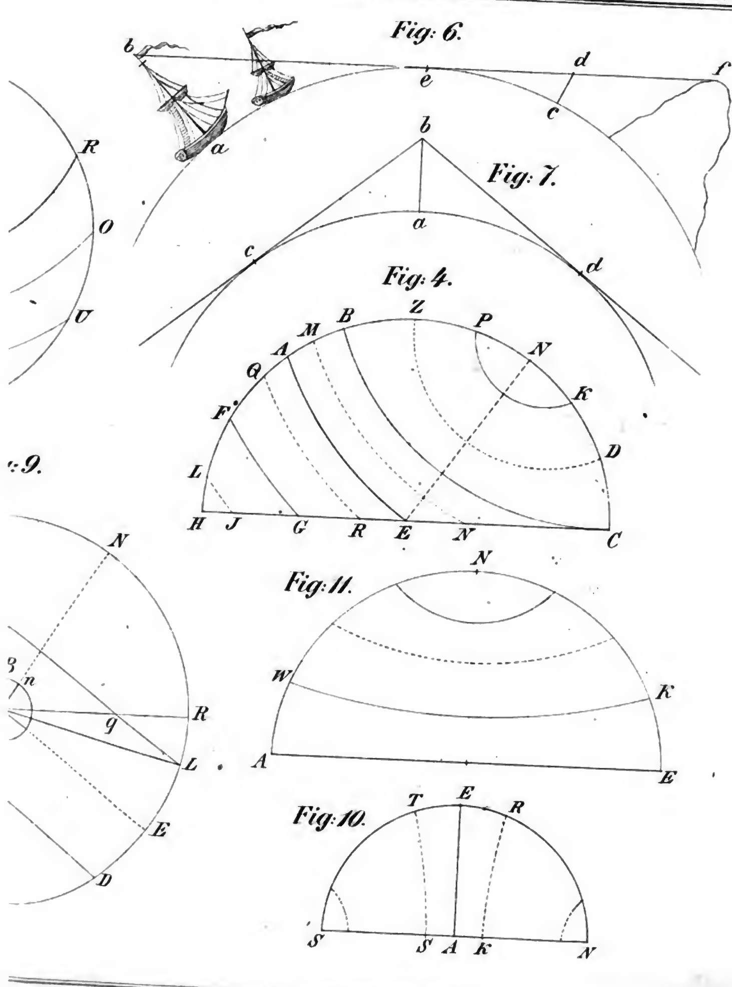
Die Kalender- und Wetterfabrikanten bezeichnen die Tage vom 11. bis 13. Mai, die berüchtigten: Mamertus, Servatius, Pancratius, als kalte Tage. Es ist in Deutschland, wenigstens dem westlichen und nördlichen, allgemeine Volksmeinung, und große Herren lassen ihre Orangerie nicht eher an die freie Luft bringen, bis die gestrengen Herren vorüber sind. (Das Nichtbeobachten dieser Regel brachte Friedrich den Großen um seine ganze Orangerie in seinem Sans-souci.) Nun erscheinen diese kalten

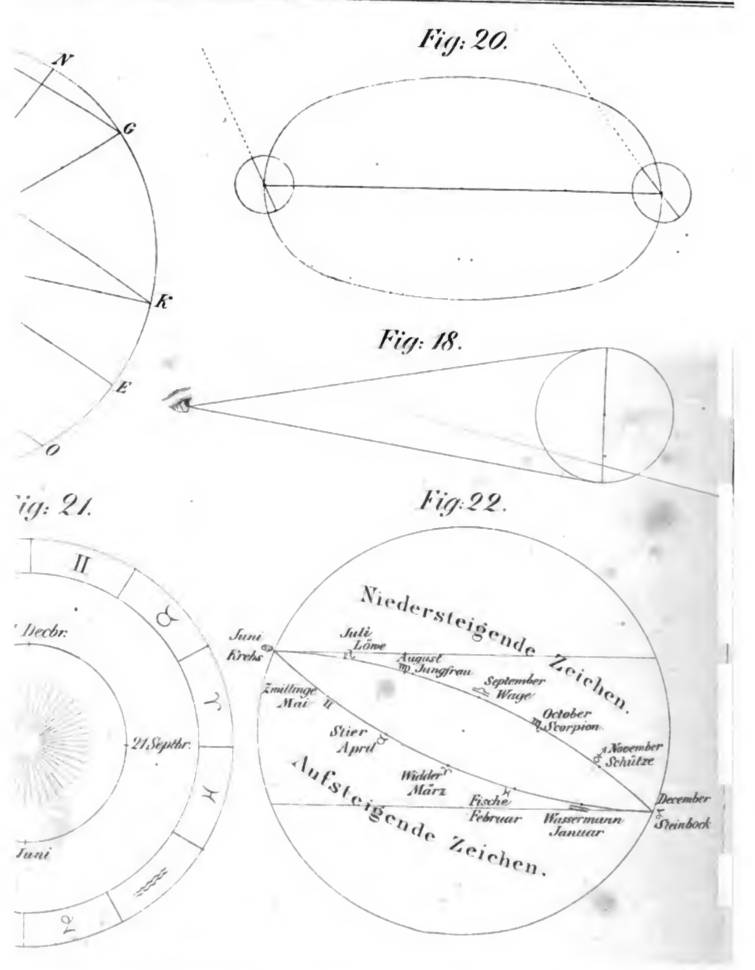
Tage gerade ein halbes Jahr nach der Novemberperiode. Ein Halbjahr nachher — schließt Erman — geht die Erde durch den zweiten Knoten der Bahn des Novemberstroms, die Sternschnuppen werden nicht gesehen, weil sie der Sonne näher sind, sie gehen bei Tage vor der Sonne vorbei; man kann sie zwar nicht sehen, weil sie zu klein sind und das Sonnenlicht zu sehr blendet, aber ihre Zahl ist doch so groß, daß sie der Erde einen Theil der Sonnenstrahlen entziehen, dadurch den wärmenden Einfluß der Sonne auf die Erde schwächen, die Verminderung der Wärme und die Kälte verursachen. Was sagen die Leser dazu? — Jedenfalls ist die Sache interessant. Aber wie ist es mit dem zweiten Strom im August? Ist es mit dem auch so?

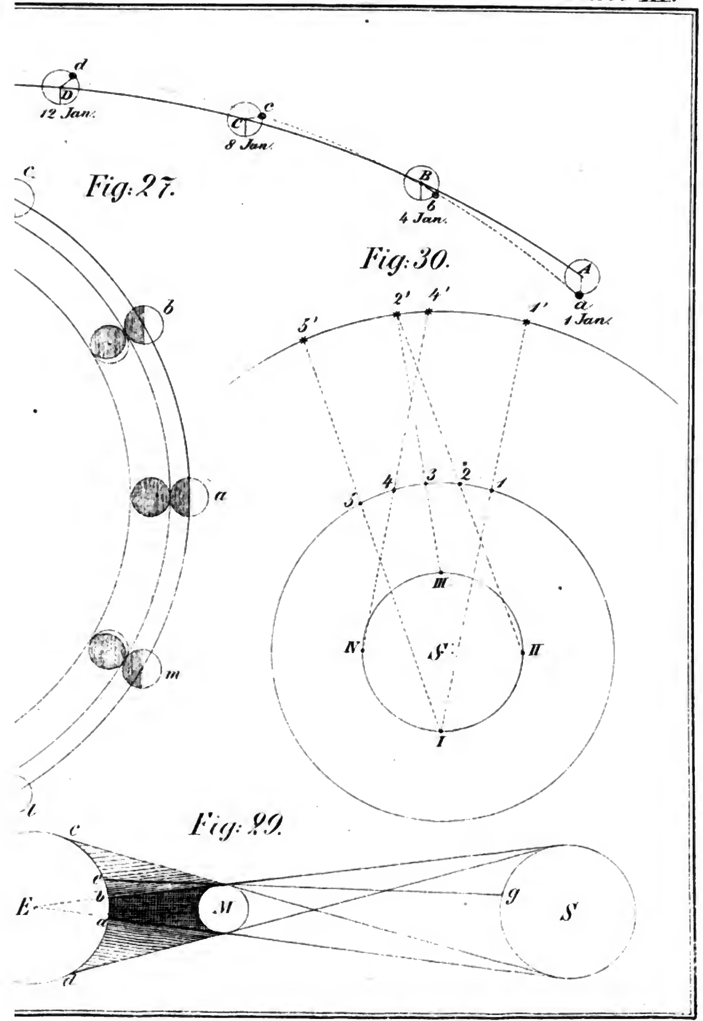
Ein halb Jahr nachher fällt auf den 7. Februar und drum herum.

Diese Tage sind nicht berüchtigt. Aber Erman hat sich die Mühe nicht verdrießen lassen, in neuen und alten Schriften, welche meteorologische Beobachtungen enthalten, die Temperatur jener Tage aufzusuchen, und im Durchschnitt kommt das Resultat heraus, daß die von Ende Januar im Allgemeinen regelmäßig bis zu den Hundstagen zunehmende Wärme in den Tagen um den 7. Februar herum nicht in dem Grade zunimmt, wie vorher und nachher. Dieses scheint wenigstens eine Bestätigung seiner Hypothese zu sein. — Die Leser mögen nach Belieben weiter darüber nachdenken. Der Fleiß und die Aufmerksamkeit der Naturforscher werden schon in den nächsten Jahren weiteren Aufschluß darüber bringen, wie über manche andre, noch nicht vollständig bekannte Himmelserscheinungen, z. B. die Bewegung der Fixsterne, die Doppelsterne, die Bahn unsrer Sonne mit all' den Ihrigen in dem unermeßlichen Weltraum. Es bleibt uns also für den Rest unsrer Tage noch Einiges zu lernen übrig, und noch einiges Andere für das Jenseits.

Gedruckt bei A. W. Schade.

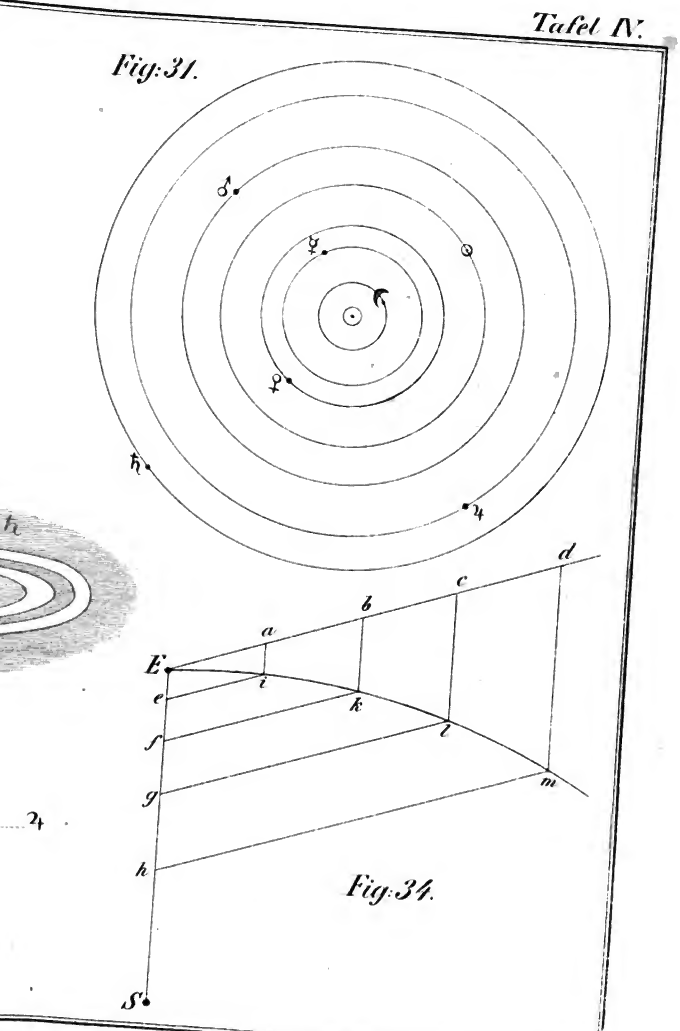

Fig: 6.
b
d
f
e
c
R
a
b
Fig: 7.
O
a
c
d
Fig: 4.
U
B
Z
P
M
A
N
Q
K
F
D
:9.
L
H
J
G
R
E
N
C
N
N
Fig: 11.
n
W
K
R
q
L
A
E
T
E
R
Fig: 10.
E
D
S
S
A
K
N

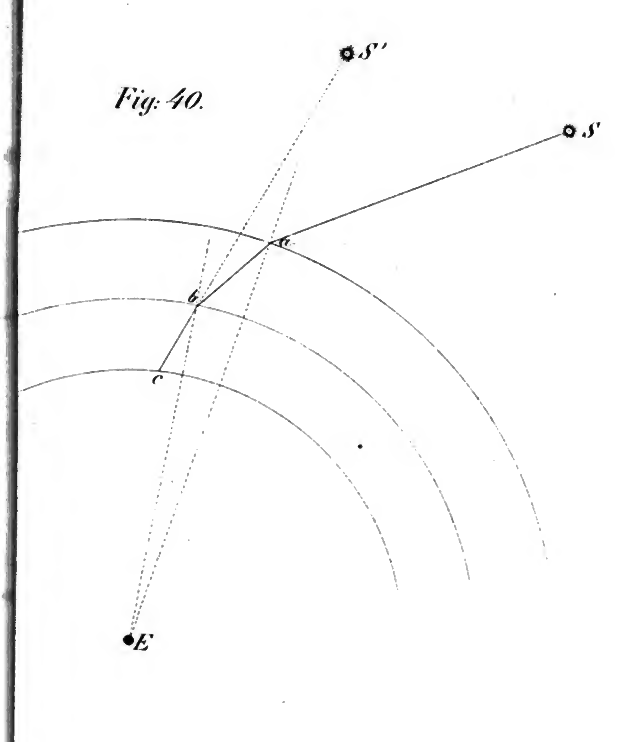

Fig: 20.
Fig: 18.
N
G
K
E
O
Fig: 21.
Decbr.
21 Septbr.
Juni
Fig: 22.
Niedersteigende Zeichen.
Aufsteigende Zeichen.
Juni
Krebs
Juli
Löwe
August
Jungfrau
September
Wage
October
Scorpion
November
Schütze
December
Steinbock
Zwillinge
Mai
Stier
April
Widder
März
Fische
Februar
Wassermann
Januar



d
D
12 Jan.
c
C
8 Jan.
B
b
4 Jan.
A
a
1 Jan.
Fig: 27.
Fig: 30.
b
a
m
5'
2'
4'
1'
5
4
3
2
1
III
IV
S
II
I
Fig: 29.
c
E
b
a
d
M
g
S

Tafel IV.





g: 38.

h

